

Año
2021

Nº 16

Boletín Micológico de FAMCAL



Una contribución de FAMCAL a la difusión de los
conocimientos micológicos en Castilla y León

Boletín Micológico de FAMCAL



Una contribución de FAMCAL a la difusión de los conocimientos micológicos en Castilla y León

COORDINADOR DEL BOLETÍN

Luis Alberto Parra Sánchez

COMITÉ EDITORIAL

Rafael Aramendi Sánchez

Rafael López Revuelta

Luis Alberto Parra Sánchez

Juan Manuel Velasco Santos

COMITÉ CIENTÍFICO ASESOR

Luis Alberto Parra Sánchez

Juan Manuel Velasco Santos

Juan Carlos Zamora Señoret



© Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL)

Edita: Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL)

<http://www.famcal.es>

Colabora: Junta de Castilla y León. Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Micocyl y Grupo Operativo Mycogest

Maquetación e impresión: Héctor soluciones gráficas.

Calle Biguillano, 46. 01130 Murgia (Araba/Álava)

Tels. 945 039 084 - 622 478 023 • hsastreo@gmail.com

Publicado el 15 de agosto de 2021.

D.L.: VA-726/2012

ISSN: 1886-5984



Reservados todos los derechos

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del titular del copyright.

La Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León no se responsabiliza de las opiniones expresadas en los artículos firmados.



Índice

Presentación	7
Octospora itzerottii. Primer registro para la Península Ibérica CALZADA, A.....	9
Contribución al conocimiento de los géneros Psathyrella y Homophron en la Península Ibérica (VIII) MUÑOZ, G. & L. SÁNCHEZ	19
Contribución al conocimiento del género Psathyrella en la Península Ibérica (IX): Psathyrella magnispora MUÑOZ, G., D. DESCHUYTENEER & J. GUINBERTEAU	41
Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (VII) MARTÍNEZ-GIL, R., C.M. PÉREZ DEL AMO & A. EZQUERRO.....	51
Hongos macromicetos “no recolectables” de Castilla y León. Hacia una lista roja para su protección VELASCO, J.M.	71
Gestión dinámica innovadora del recurso micológico: Resultados del proyecto GO MIKOGEST BLÁZQUEZ-CASADO, A., E. COLLADO, J.M. ALTELARREA, J. MARTÍNEZ-DE-ARAGÓN & J.A. BONET	97
Alimentos y bebidas producidos por fermentación con intervención de hongos (II): alimentos de origen vegetal (no cereales) y bebidas VELASCO, J.M.	113
Las intoxicaciones por setas en los comienzos de la Medicina forense GARCÍA-ROLLÁN, M.....	159
Bodas de cobre del Boletín Micológico de FAMCAL: 15 años de publicaciones VELASCO, J.M.	167
Normas para la presentación de los trabajos	185
Suscripción y petición de ejemplares del boletín micológico de FAMCAL.....	191



Presentación

Como decía el poeta Antonio Machado en sus *Proverbios y cantares* (XXIX), *Caminante, no hay camino, se hace camino al andar*; así, la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL) ha ido, paso a paso, publicando su *Boletín Micológico FAMCAL* desde el año 2006, por lo que podemos celebrar lo que se llaman las “bodas de cobre” por los 15 años que llevamos editando dicho boletín como prestigiosa revista en el campo de la micología española. Y al volver la vista atrás, vemos los 200 artículos publicados de muy diferente temática. Predominan los trabajos sobre estudios taxonómicos de especies concretas, géneros e incluso grupos taxonómicos, en segundo lugar los de micobiota de áreas geográficas y después los de economía y ordenación del recurso micológico. De la relevancia de nuestro boletín micológico da cuenta el que hayamos publicado trabajos en los que se proponen 16 especies nuevas para la ciencia o nuevas combinaciones nomenclaturales. Igualmente, ha tenido una crítica muy positiva de una autoridad mundial en el campo de la Botánica como es Werner Greuter; y nos han solicitado todos los números dos instituciones de primera línea en el campo de la ciencia o de la micología como son la Universidad de Harvard (EE.UU.) y la Asociación Micológica Bresadola (Italia).

El trabajo micológico realizado ha llevado a la Junta de Castilla y León ha solicitarnos la elaboración de un inventario micológico de la región (con dos partes ya publicadas) y la confección de una relación de especies de hongos macromicetos (productores de setas) que no deberían recolectarse por su riesgo de extinción o su recolección excesiva. Este hecho se produce en un momento en el que la regulación del recurso micológico en Castilla y León llega a un hito, como es la publicación, en el BOCyL, del Decreto 30/2017 para que el aprovechamiento de las setas se ajuste a

un modelo de desarrollo sostenible. Quedan por concretar algunos aspectos, como el desarrollo del artículo 7.2., con el que se quiere prohibir la recolección de algunas especies que son muy raras, dada la mínima frecuencia de aparición en Castilla y León, o muy recolectadas. Suponemos que será una lista flexible que puede aumentar o disminuir en su número, según vayan aumentando los estudios micológicos en la región. En principio hemos seleccionado 15 especies para un primer listado y que hemos consensuado, inicialmente, con las asociaciones micológicas de la federación, las cuales propusieron hasta 40 especies. De esta primera selección hemos extraído aquellas que se ajustan a unos criterios que hemos establecido basándonos en las propuestas de categorías amenazadas y criterios para asignar dichas categorías de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN); todo ello, para hacer más objetiva la selección de especies.

Consideramos que debemos ser conscientes de la importancia de los hongos para los humanos, por las complejas relaciones que establecen con plantas y animales. Todo en la naturaleza está relacionado. Estamos en los inicios del estudio de estas relaciones, como bien dice el micólogo, Merlin Sheldrake, que acaba de publicar un fundamental libro, *La red oculta de la vida*, y que lleva como subtítulo “Cómo los hongos condicionan nuestro mundo, nuestra forma de pensar y nuestro futuro”; y en el que se destaca, entre otras, la idea de que los hongos forman la Wood Wide Web (originalidad de David Read, uno de los máximos biólogos que estudian las relaciones micorrízicas), una red enmarañada que pone en relación-comunicación a los hongos con las plantas y a las plantas entre sí a través de los hongos, una especie de Internet subterránea.

Juan Manuel Velasco Santos
Vicepresidente de la Sociedad Micológica Salmantina Lazarillo
Miembro del Comité Científico Asesor y del Comité Editorial



Octospora itzerottii.

Primer registro para la Península Ibérica

CALZADA, A.
C/Libertad 14, 4.ºB, 49008 Zamora, Zamora, España. E-mail: acd@usal.es

Resumen: CALZADA, A. (2021). *Octospora itzerottii*. Primer registro para la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 9-18. Se cita por primera vez en la Península Ibérica una especie de ascomiceto briófilo perteneciente al género *Octospora* (*Pyronemataceae*) caracterizado por parasitar musgos del género *Pterygoneurum* y presentar ascas tetraspóricas.

Palabras clave: *Ascomycota*, pezizales briófilos, *Octospora*, musgos.

Summary: CALZADA, A. (2021). *Octospora itzerottii*. First record in the Iberian Peninsula. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 9-18. A species of bryophytic ascomycete belonging to the genus *Octospora* (*Pyronemataceae*) is cited for the first time in the Iberian Peninsula, characterized by parasitizing mosses of the genus *Pterygoneurum* and presenting tetrasporic ascas.

Keywords: *Ascomycota*, bryophilous pezizales, *Octospora*, mosses.

INTRODUCCIÓN

Los hongos se pueden dividir, atendiendo a su ciclo vital en la forma de conseguir alimento para su desarrollo, en micorrícicos, saprobios y parásitos. Dentro de este último grupo, menor en cuantía entre los hongos considerados superiores (*Basidiomycetes* y *Ascomycetes*) cabe destacar un grupo de ellos caracterizados por vivir a expensas de musgos (*Bryophyta* s.s.) y hepáticas (*Marchantiophyta*). Son los conocidos como "hongos briófilos" que tienen su desarrollo unido a la dependencia de un musgo o de una hepática de la cual toman el alimento para completar su ciclo de desarrollo. Entre los hongos superiores que tienen este tipo de *modus operandi* destacan dentro del gran grupo de los *Pezizales*, una serie de géneros tales como *Octospora* Hedw., *Lamprospora* De Not., *Neottiella* (Cooke) Sacc. y *Octosporella* Döbblers, principalmente.

Se caracterizan todos ellos por presentar pequeños apotecios de (0,1) 0,5 - 15 (20) mm, discoidales, pulvinados o cupuliformes, a veces con pelos marginales más o menos prominentes y translúcidos, como los de *Neottiella*, con coloraciones normalmente amarillentas, anaranjadas o rojizas. Microscópicamente están caracterizados por presentar ascas operculadas, pleurorricas y no amiloides (I-). Sus esporas son de formas diversas (esféricas, elipsoidales o fusiformes), de superficie lisa u ornamentada con verrugas o crestas. Sus paráfisis son cilíndricas, filiformes,

rectas o con el ápice ligeramente curvado, septadas, poco bifurcadas y en la mayoría de los casos contienen pequeñas gúttulas con carotenoides que le confieren las vivas tonalidades a los apotecios. En la parte inferior de los mismos presentan una capa hifal que se extiende hasta el briofito del cual toman el alimento. La estructura infecciosa consta generalmente de una célula fúngica especializada denominada apresorio, que se utiliza para infectar al anfitrión y un haustorio que penetra y extrae nutrientes de él (ECKSTEIN & ECKSTEIN, 2009). La infección se produce normalmente sobre los rizoides del musgo, aunque a veces se pueden encontrar sobre los cauloides o incluso sobre los filoides (VEGA & al., 2016).

Respecto a los musgos hospedantes, BENKERT (2007) comenta que los más comunes son: *Barbula*, *Bryum*, *Ceratodon*, *Funaria*, *Grimmia*, *Phascum*, *Polytrichum*, *Pottia* y *Tortula*, aunque otros como *Pleuroidium*, *Pterygoneurum*, etc., no citados como ejemplo en esa publicación, alojan a bastantes especies interesantes de estos hongos. La terminología de este tipo de simbiosis parasitaria es utilizada en BENKERT (2001), debiéndose llamar "musgo hospedante" al infectado y "musgos asociados" a los otros musgos que lo rodean.

Este tipo de pezizales briófilos ha sido poco estudiado hasta las últimas décadas del siglo XX. La contribución más importante al conocimiento del mismo fue realizada por BENKERT (1987, 1993, 1995, 1998), DÖBBELER (1978, 1979) y, posterior-



mente, por ECKSTEIN & ECKSTEIN (2009, 2013) y ECKSTEIN & *al.* (2014).

En la Península Ibérica cabe destacar como primeros estudios los realizados por ORTEGA & VIZOSO (1991) y RUBIO & *al.* (2000, 2002). Más tarde otros autores como VEGA & *al.* (2018) y MARTÍNEZ-GIL & *al.* (2019) han publicado nuevas recolectas de especies y también se han dado a conocer nuevas especies para la comunidad científica como es el caso de *Lamprospora densireticulata* M. Vega, Janošík, Sochorová & Martínez-Gil, *Lamprospora pseudoarvensis* M. Vega, Eckstein, Friebe & R. Tena y *Lamprospora thelespora* Martínez-Gil, M. Vega & E. Rubio.

En la Comunidad de Castilla y León solamente hay publicados (VELASCO, 2018) las recolectas de dos especies de *Neottiella*: *Neottiella rutilans* (Fr.) Dennis, *Neottiella vivida* (Nyl.) Dennis; ocho especies de *Octospora*: *Octospora axillaris* (Nees) Mos, *Octospora excipulata* (Clem.) Benkert (sub. *Octospora roxheimii* Dennis & Itzerott), *Octospora grimmiae* Dennis & Itzerott, *Octospora humosa* (Fr.) Dennis, *Octospora leuocoloma* Hedw., *Octospora musci-muralis* Graddon, *Octospora musci-muralis* var. *neglecta* (Dennis & Itzerott) Benkert (sub. *Octospora neglecta* Dennis & Itzerott), *Octospora rustica* (Velen.) J. Moravec y una del género *Lamprospora*: *Lamprospora crechqueraultii* (P. Crouan & H. Crouan) Boud., aunque esta especie actualmente no está considerada como especie briófila y está encuadrada dentro del género *Ramsbottomia*. Existiendo documentadas también hasta la fecha, otras dos especies de *Lamprospora* dentro de la región, no citadas en VELASCO (2018) a cargo de Enrique Rubio Domínguez: *Lamprospora arvensis* (Velen.) Svrček, *Lamprospora densireticulata* M. Vega, Janošík, Sochorová & Martínez-Gil. Lo cual supone, en total, una estadística irrisoria de solo 12 pezizales briófilos en toda la región.

Estos datos no reflejan la riqueza y diversidad de hábitats de una región tan extensa e indica la falta de interés y recolecciones de este tipo de hongos, ya que el autor durante los dos últimos años de dedicación, estudio y herborización de este tipo de pezizales briófilos ha recolectado hasta la fecha de publicación del artículo un total de 25 especies, de las cuales, la aquí tratada *O. itzerotti* Benkert,

ha resultado ser la primera cita para la Península Ibérica. Así mismo, en otro artículo próximo se publicarán todas estas recolectas para ampliar el catálogo de hongos briófilos de Castilla y León y por ende de la Península Ibérica.

Es de suponer que en los próximos años se seguirán publicando nuevas especies de estos pezizales briófilos debido a la especialización que se está llevando a cabo por bastantes micólogos.

Sinopsis del género *Octospora*

El género *Octospora* fue creado en 1789 por Hedwig para incluir más de una veintena de especies. En los años siguientes la mayoría de ellas fueron transferidas a otros géneros de discomicetos operculados e inoperculados. En 1821 Gray retomó el nombre de *Octospora*, que se consideró una revalidación, de acuerdo con las reglas de nomenclatura botánica anteriores a 1981. En 1954 Korf designó a *O. leuocoloma* como lectotipo de *Octospora* Hedw. Posteriormente DENNIS & ITZEROTT (1973) e ITZEROTT (1981) reconocieron la asociación de *Octospora* con distintos tipos de musgos; basándose en esta asociación y los tipos de pseudotejidos excipulares que poseían, seleccionaron 22 especies (incluidas algunas especies nuevas y nuevas combinaciones), y las describieron brevemente. También transfirieron al mismo género otros cuatro briófilos de discos anaranjados, pertenecientes a *Neottiella* (Cooke) Sacc. y *Leucoscypha* Boud., considerando que los pelos del excípulo ectal de estas especies no justificaría la separación genérica.

RIFAI (1968) y ECKBLAD (1968) señalaron que otro género briófilo, *Lamprospora*, era macroscópicamente idéntico a *Octospora*, pero con ascosporas globosas y muy ornamentadas. Posteriormente en 1969 M. Le Gal fusionó los dos géneros y otros autores como Caillet, Moyne, Wang y Kimbrough siguieron a Le Gal al tratar a *Lamprospora* como sinónimo de *Octospora*. En la actualidad se están siguiendo el planteamiento de BENKERT (1987, 1995) separando el género *Octospora* y reteniendo como independientes a *Lamprospora* y *Neottiella* debido a sus características morfológicas distintas. Así mismo, se han mantenido otros géneros como *Octosporopsis* U. Lindem. & M. Vega, *Octosporella* Döbbeler, *Filicupula* Y.J. Yao & Spooner y



Moravecia, Benkert, Caillet & Moyne, que presentan algunas particularidades que los distinguen de los anteriores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los caracteres vitales de los hongos briófilos fueron estudiados sobre material fresco para seguir los métodos de laboratorio propuestos por BARAL (1992). Las muestras fueron fotografiadas tanto "in situ" como "ex situ" para amplificar la observación de los caracteres macroscópicos. Los datos microscópicos se efectuaron también con material fresco y las mediciones de los elementos a observar se realizaron con agua. Las imágenes aportadas tanto de macroscopía como de microscopía fueron efectuadas por el autor con las cámaras Canon EOS 40D y Canon Power Shot G12. El análisis microscópico y las mediciones efectuadas fueron realizadas a partir de material fresco, utilizando los reactivos habituales (agua destilada, reactivo de Melzer, rojo Congo, azul de algodón láctico, etc.) empleando un microscopio triocular

Olympus BH2. Las mediciones esporales fueron efectuadas por medio del programa informático Pyximetre 5.10. Para la nomenclatura de las especies se ha seguido en buena parte la base de datos aceptada por MycoBank (MB) y complementada por el Index Fungorum (IF), cuando existía controversia en la acepción del nombre aceptado para una determinada especie. El material observado se secó convenientemente para realizar *exsiccata* del mismo y se encuentra depositado en el herbario particular del autor con acrónimo ACD. En el material estudiado los valores de las coordenadas UTM están en metros y empleando el Datum WGS 84.

TAXONOMÍA

Octospora itzerottii Benkert, *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde* 7: 53 (1998). MycoBank: MB450378. (Figs. 1-7).

Etimología

En honor al micólogo alemán aficionado Heinz Itzerott (†), especialista en el género *Octospora*.



Fig. 1. *Octospora itzerottii*. Apotecios sobre *Pterygoneurum ovatum*.

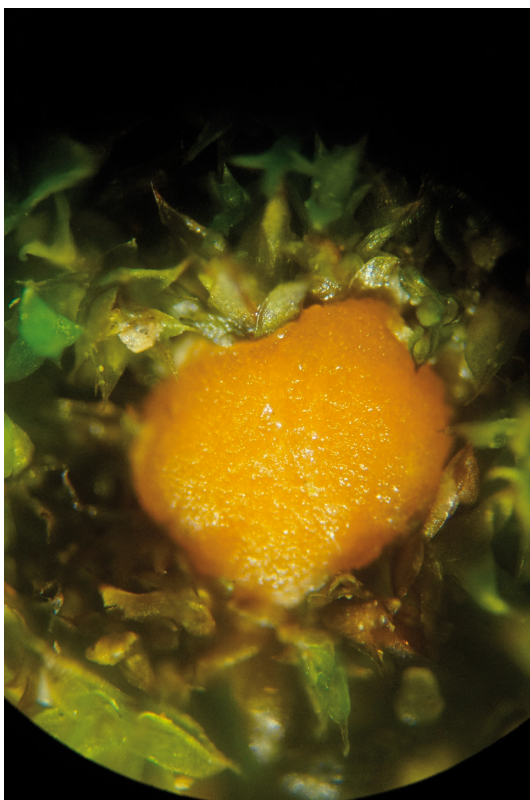


Fig. 2. *Octospora itzerottii*. Apotecio a gran aumento.

Diagnosis original

*Apothecia 1-2,5 mm lata. Margine fimbriato. non conspicue membranaceo. ex textura porrecta. Hymenium aurantiacum. Excipulum ex textura intricata compacta paene pseudoparenchymatica. Asci cylindranei. 170-270 x 15-21 μ m. tetraspori, rare 3-6- spori. Sporae plurimum uniseriatae, ellipsoideae vel ellipsoideo-fusoideae, (20-)22-27(-28) x (11-)11.5-13(-14) μ m, uniguttulatae vel biguttulatae. plurimum cum nonnullis guttulis parvis. Paraphyses rectae. ad apices 5-10 μ m latae. Apparatus infectorius praecipue ad rhizoidea, rare ad folia. Musci hospitaes: *Pterygoneurum ovatum*. *P. subsessile*.*

Holotypus: Deutschland: Brandenburg. Lebus. NSG "Oderberge", steiler Südhang mit Adonis vernalis L. in kompakten Polstern von Pterygoneurum subsessile, 26. 3. 1993. leg. D. BENKERT (B. Herb. BENKERT).

Descripción macroscópica

Apotecios pequeños de 1 a 2,5 mm de diámetro, discoideos a turbinados, convexos, margen poco notorio, himenio de color anaranjado. Superficie granulosa. Consistencia de los apotecios no

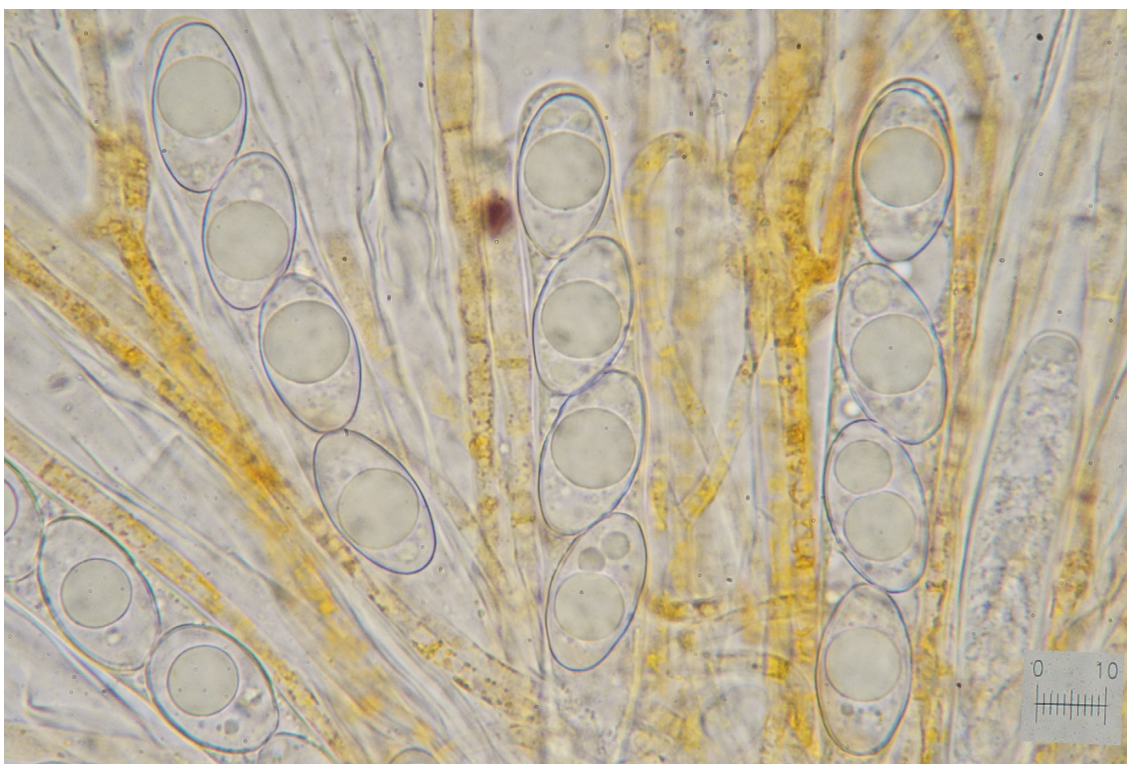


Fig. 3. *Octospora itzerottii*. Ascas tetraspóricas.



Fig. 4. *Octospora itzerottii*. Ascosporas en agua.

muy compacta. Fructificando directamente sobre el suelo cercano a briofitos del género *Pterygoneurum* a los que parasita (Fig. 8). De aparición invernal a primaveral, preferentemente.

Descripción microscópica

Ascas de $160-250 \times 15-20 \mu\text{m}$ con base pleuro-rinca, no amiloides, tetraspóricas, aunque a veces se encuentran ascas con 3 o incluso 6 ascosporas de dimensiones anómalas. Ascosporas elipsoidales a elipsoideofusiformes, de dimensiones $(22,3-22,8-24,7(-25,4) \times (12,2-12,5-14,9(-15) \mu\text{m}$, $Q = (1,6-1,7-1,8$ $M_e = 23,8 \times 13,8 \mu\text{m}$ $Q_e = 1,7$, hialinas, lisas, cuando están inmaduras presentan muchas gotas lipídicas que al madurar se agrupan en una gran gútula lipídica de diámetro $10-11,5 \mu\text{m}$, de disposición central, acompañada por otras más pequeñas menores ($-5 \mu\text{m}$) situadas en los extremos. Paráfisis cilíndricas, septadas, bifurcadas a veces y con contenido granuloso anaranjado de naturaleza catrenoide, de paredes delgadas y con un grosor de $3-4 \mu\text{m}$ que suelen presentar el ápice ligeramente ensanchado, llegando en algunos

casos hasta $8 \mu\text{m}$. Excípulo medular mayoritariamente de *textura intricata*, presentando el excípulo ectal una *textura angularis* con el margen formado por células de diferente tipología, preferentemente cilíndricas alargadas o piriformes de hasta $17 \mu\text{m}$ de grosor.

Material estudiado: PALENCIA: Villalobón, Ctra. C-617 km 3, 30T 375323-4653569, 748 m, sobre suelo básico en borde de tierra de labor, sobre *Pterygoneurum ovatum* (Hedw.) Dixon, 31-I-2021, leg. y det. A. Calzada, ACD1865.

DISCUSIÓN

Después de revisar una buena parte de la bibliografía micológica ibérica y contactar con micólogos que herborizan principalmente ascomicetos, no parece estar mencionada ninguna recolecta de esta especie en la Península Ibérica, siendo por tanto interesante dar a conocer a la comunidad micológica ibérica la presencia, en nuestro territorio, de esta pequeña especie de *Octospora*, caracterizada por presentar ascas conteniendo solamente

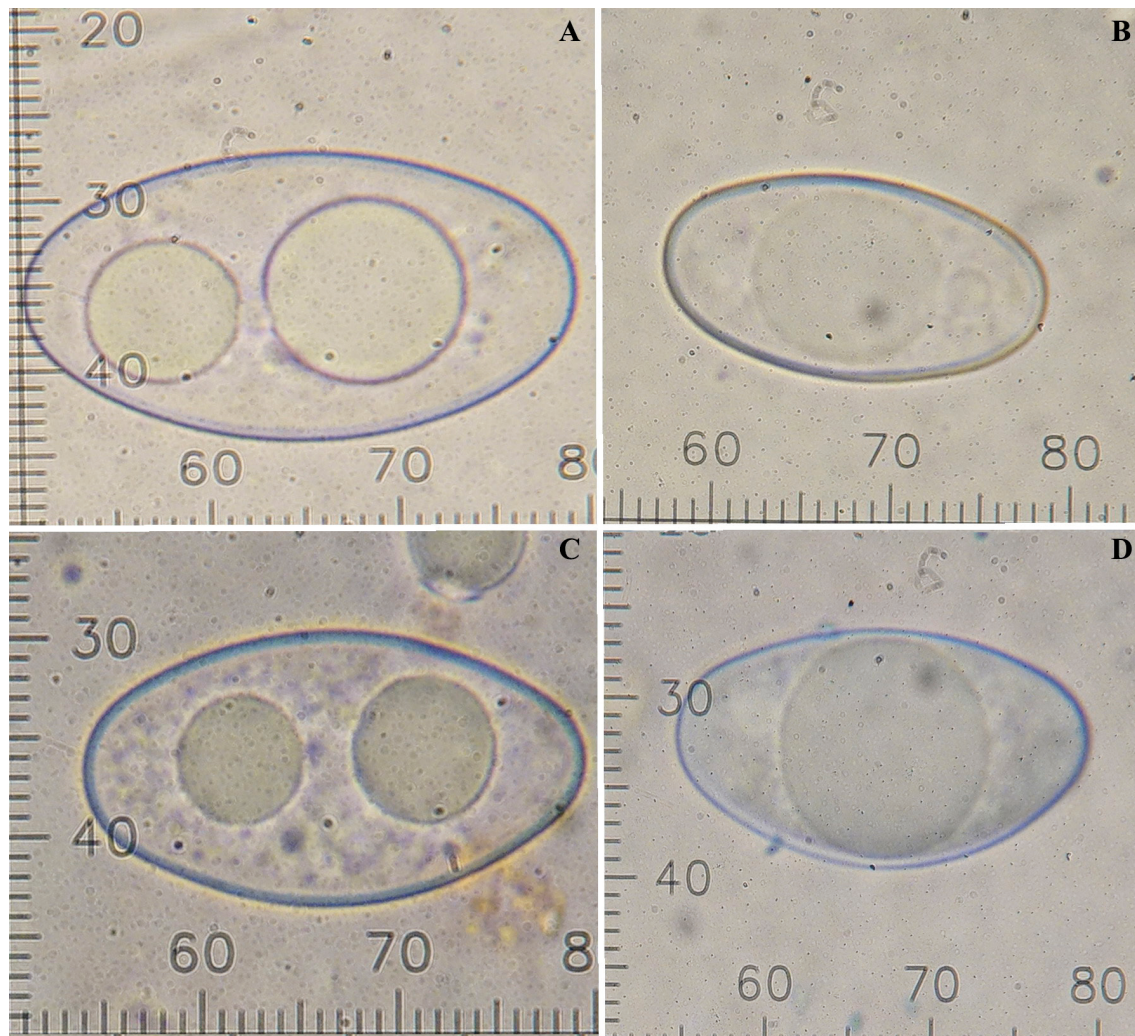


Fig. 5. *Octospora itzerottii*. Ascosporas. A: agua. B: reactivo de Melzer. C: rojo Congo. D: azul de algodón.

cuatro esporas que parasita briofitos del género *Pterygoneurum*, en este caso *P. ovatum*. Se puede confundir con otras especies que contengan como ella 4 ascosporas, citándose a continuación las principales diferencias con las mismas para ayudar a identificarla, así como una pequeña clave traducida de BENKERT (1998) para separar este tipo de especies briófilas tetraspóricas:

Octospora axillaris var. *tetraspora* Benkert, presenta ascosporas de dimensiones mayores sobrepasando los 27 μm de longitud, con 3 gúttulas, la central algo mayor que las otras dos y parasita musgos del género *Phascum*.

Octospora coccinea var. *tetraspora* Benkert, también presenta ascosporas de dimensiones

mayores de 27 μm de longitud, pero con 4 gúttulas, las 2 centrales de mayor tamaño que las 2 de los extremos y parasita musgos del género *Bryum*.

Octospora gemmicola var. *tetraspora* Benkert, que, aunque presenta ascosporas de las mismas dimensiones, tiene 1-3 grandes gúttulas desiguales rodeadas de otras más pequeñas y parasita solamente musgos del género *Bryum*.

Octospora leucoloma var. *tetraspora* (Fuckel) Benkert, con dimensiones esporales similares, con 1-2 gúttulas grandes desiguales rodeadas de otras muchas de menor tamaño que parasita preferentemente *Bryum argenteum*.

Como puede comprobarse de los anteriores comentarios, resulta imprescindible la identifica-

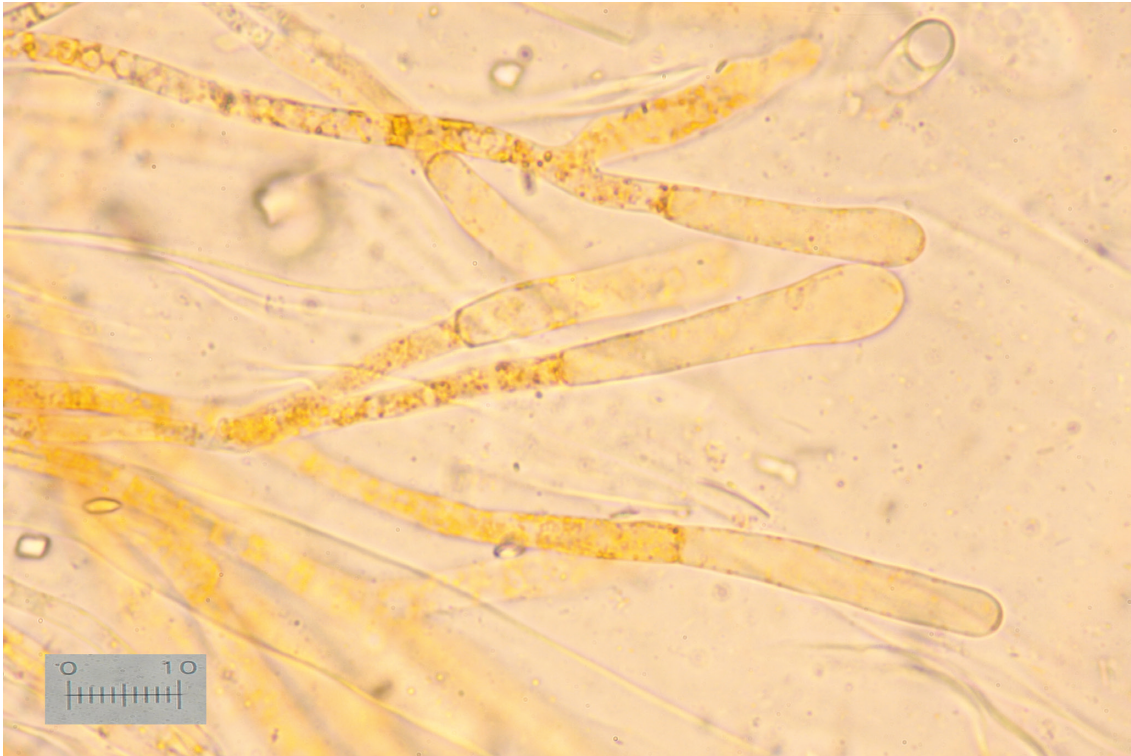


Fig. 6. *Octospora itzerottii*. Paráfisis.

ción del briofito hospedante para identificar con garantías las especies de *Octospora*, *Lamprospora* y *Neottiella* que parasitan este tipo de organismos.

Octospora itzerotti es una especie poco frecuente como puede comprobarse por la bibliografía micológica. En 1998 Benkert describió la especie en base a varias recolectas en Alemania. Posteriormente se han realizado otras dos recolectas en Hungría documentadas por BENKERT (2007) y NÉMETH (2020); así como otra recolecta de ECKSTEIN & *al.* (2020), también de Alemania en la región de Turingia. Por lo que esta recolecta peninsular permite ampliar su distribución en el continente europeo, no habiendo citas en el resto. Hay que constar que siempre las recolectas se han realizado sobre terreno calizo y asociado a *Pterygoneurum ovatum*, como la recolecta descrita en este

trabajo y con menos frecuencia (BENKERT, 1998) asociadas a *Pterygoneurum subsessile* (Brid.) Jur.

De todas las citas publicadas hasta la fecha, solamente en el trabajo de Benkert, que describe la especie, se detallan sus caracteres microscópicos, publicándose en el resto solo datos corológicos de la misma. Por tanto, se compara esta recolecta peninsular con los datos aportados por BENKERT (1998). Hay que resaltar que no existen grandes diferencias, tanto macroscópicamente como en las mediciones de los distintos elementos microscópicos más relevantes en el género, solamente existe una ligera desviación en el ancho esporal máximo aportado por Benkert (14 μm), frente a los 14,8(-15) μm de esta recolecta y que las paráfisis medidas nunca llegaron a alcanzar los 10(-14) μm de la descripción original. (Fig. 7).



	D. Benkert	A. Calzada
Ascas	170-270 × 15-21 μm	160-250 × 15-20 μm
Ascosporas	(20-)22-27(-28) × (11-)11,5-13(-14) μm	(22,3-)22,8-24,7(-25,4) × (12,2-)12,5-14,9(-15) μm
Diámetro gútula ascosporas	10-12 μm	10-11,5 μm
Grosor paráfisis	Sin especificar	3-5 μm
Engrosamiento ápice paráfisis	5-10(-14) μm	6-7 μm

Fig. 7. Tabla comparativa de datos de *Octospora itzerottii* entre D. Benkert y A. Calzada.

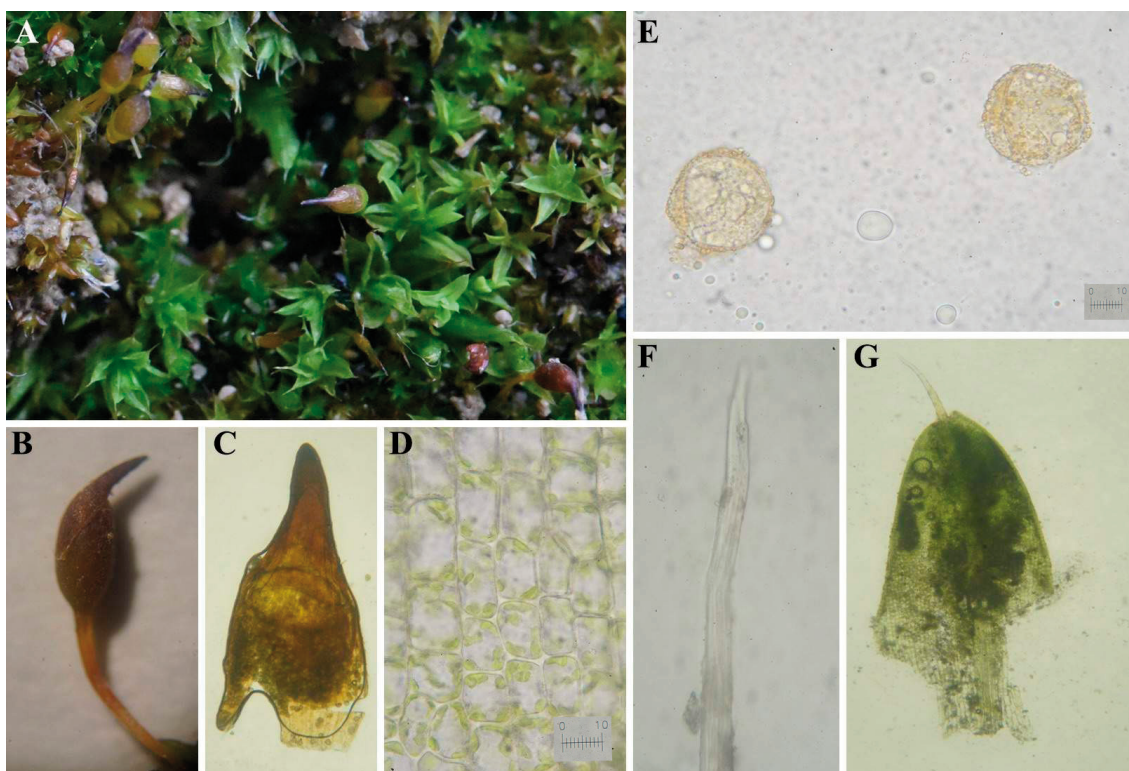


Fig. 8. Briófito hospedante. *Pterygoneurum ovatum*. A: *In situ*. B: cápsula del esporofito. C: calyptra. D: células foliares. E: esporas. F: ápice de las hojas. G: hoja.

En el reciente trabajo de tesis de JANOSÍK (2020) se aporta el volumen esporal de *O. itzerottii* en $V_m = 2349 \mu\text{m}^3$, mientras que calculado el volumen esporal con los valores medios obtenidos en las mediciones de las ascosporas de esta recolecta se obtiene un valor $V_m = 2358,58 \mu\text{m}^3$, lo cual re-

sulta un valor similar al de dicho trabajo, teniendo en cuenta que entre los valores mínimos del género *Octospora* tenemos *O. rubens* (Boud.) M.M. Moser con un volumen esporal medio de $V_m = 800 \mu\text{m}^3$ entre los más pequeños, y entre los máximos tenemos a *O. axillaris* var. *tetraspora* Benkert con



un volumen esporal medio $V_m = 2576 \mu\text{m}^3$, lo cual nos da comparativamente la aproximación que se ha obtenido en la medición calculada, resultando un valor que confirma plenamente la identidad de la especie estudiada.

Clave dicotómica de especies de *Octospora tetraspóricas*

1.- Especie con esporas verrugosas; en sus inicios ascas con ocho esporas, pero en su maduración solo se desarrollan 4 esporas maduras..... **2**

1.- Especie con esporas lisas; generalmente desde sus inicios ascas con cuatro esporas (ocasionalmente también 3, 5 o 6 individuales); en algunas especies con presencia, además de ascas con 8 esporas **3**

2.- Ascosporas de (13-)14-17(-18) \times (8-)8,5-10 (-11) μm , en zonas árticas o alpinas, parasitando *Tetraplodon mnioides* **O. alpestris**

2.- Ascosporas de (13-)14-16(-17) \times 10-11(-12,5) μm , en planicies y zonas montañosas de poca altura parasitando *Pleuridium* sp. y *Pohlia lutescens* ..
..... **O. phagospora**

3.- Ascosporas con longitud media mayor de 27 μm **4**

3.- Ascosporas con longitud media inferior a 27 μm **5**

4.- Ascosporas de (24-)26-32 \times (9-)10-12(-13) μm generalmente con una gran gútula central de 9-12 μm y dos gotas laterales más pequeñas de 4-7 μm , parasitando *Phascum cuspidatum*.....
..... **O. axillaris var. tetraspora**

4.- Ascosporas de 27-34 \times 9-11 μm principalmente con dos gúttulas centrales de 7-9,5 μm y dos gotas laterales de 2-4 μm , parasitando especies del género *Bryum*..... **O. coccinea var. tetraspora**

5.- Ascosporas de 22-26 \times (9-)9,5-10,5(-11,5) μm . A menudo con tres gúttulas no muy grandes; parasitando musgos del género *Bryum*, principalmente *Bryum atrovirens*
..... **O. gemmicola var. tetraspora**

5.- Ascosporas predominantemente por encima de 11 μm de ancho, generalmente con 1-2 gúttulas más grandes; parasitando otro tipos de musgos **6**

6.- Apotecio con margen membranoso notorio; ascosporas de (21-)22-27(-30) \times (10-)11-13(-14) μm , siempre ligeramente fusiformes; paráfisis de pa-

redes relativamente gruesas, rectas; parasitando *Bryum argenteum* .. **O. leucoloma var. tetraspora**

6.- Apotecio sin margen membranoso, como mucho ligeramente piloso; ascosporas de (21-)22-27(-28) \times (11-) 11,5-13 (-14) μm , elipsoidales, solo ocasionalmente apuntadas en los extremos; paráfisis de paredes delgadas; parasitando *Pterygoneurum* sp. **O. itzerottii**

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a Rubén Martínez-Gil por hacer que me interesara en este grupo tan apasionante de ascomicetos briófilos y por su ayuda en la identificación de algunas especies, así como por la desinteresada revisión, corrección y sugerencias relativas al texto. A Enrique Rubio Domínguez, Raúl Tena Lahoz, Miguel Ángel Ribes Ripoll y Juan Manuel Velasco Santos por su ayuda para conocer la distribución peninsular de la especie tratada.

REFERENCIAS

- BARAL, H.O. (1992). Vital versus herbarium taxonomy: morphological differences between living and dead cells of Ascomycetes, and their taxonomic implications. *Mycotaxon* 44: 333-390.
- BENKERT, D. (1987). Beiträge zur Taxonomie der Gattung Lamprospora (Pezizales). *Zeitschrift für Mykologie* 53: 195-271.
- BENKERT, D. (1993). Bryoparasitic Pezizales: Ecology and systematics: 147-156. In: PEGLER, D.N., I. BODDY, B. ING & P.M. KIRK (eds.). *Fungi of Europe: investigation, recording and conservation*. Royal Botanical Gardens. Kew.
- BENKERT, D. (1995). Becherlinge als Moosparasiten. *Boletus* 19: 97-127.
- BENKERT, D. (1998). Beiträge zur Kenntnis bryophiler Pezizales-Arten. 8. Viersporige Taxa der Gattung Octospora. *Österreichische Zeitschrift für Pilzkunde*. [New series] 7: 39-63.
- BENKERT, D. (2001). Neotypisierung von Lamprospora miniata De Not. (Ascomycetes, Pezizales) und die Problematik des "Lamprospora miniata-Komplexes": 47-61. In: A.M.B. (eds.). *Mycologia* 2000. A.M.B. Fondazione, Centro Studi Micologici. Vicenza.



- BENKERT, D. (2007). Zur Kenntnis des Vorkommens bryophiler Pezizales (Ascomycota) in Südost-Europa. *Mycologia Montenegrina* 10: 7-21.
- DENNIS, R.W.G. & H. ITZEROTT (1973). *Octospora* and *Inermisia* in Western Europe. *Kew Bulletin* 28: 5-23.
- DÖBBELER, P. (1978). Moosbewohnende Ascomyceten I. Die pyrenocarpen, den Gametophyten besiedelnden Arten. *Mitteilungen aus der Botanischen Staatssammlung München* 14: 1-360.
- DÖBBELER, P. (1979). Untersuchungen an moosparasitischen Pezizales aus der Verwandtschaft von *Octospora*. *Nova Hedwigia* 31(4): 817-864.
- ECKBLAD, F.E. (1968). The Genera of the Operculate Discomycetes. A re-evaluation of their taxonomy, phylogeny and nomenclature. *Nutt Magasin for Botanikk* 15: 1-191.
- ECKSTEIN, J. & G. ECKSTEIN (2009). Bryoparasitische Pezizales (Ascomycetes) der Gattungen *Lamprospora*, *Octospora* und *Neottiella* im Alten Botanischen Garten von Göttingen. *Herzogia* 22: 213-228.
- ECKSTEIN, J. & G. ECKSTEIN (2013). Bemerkenswerte Funde bryoparasitischer Pezizales (Ascomycota) aus Deutschland. *Boletus* 34: 55-66.
- ECKSTEIN, J., G. ECKSTEIN & M. VEGA (2014). Bemerkenswerte Funde bryoparasitischer Pezizales (Ascomycota) aus Deutschland II. *Boletus* 35: 17-25.
- ECKSTEIN, J., G. ECKSTEIN, H. FRAUENBERGER & D. WIESCHOLLEK (2020). Erste Checkliste der Moosbecherlinge Thüringens. *Boletus* 41: 51-64.
- ITZEROTT, H. (1981). Die Gattung *Octospora* mit besonderer Berücksichtigung der Pfälzer Arten. *Nova Hedwigia* 34: 265-280.
- JANOŠÍK, L. (2020). Evolution of ascospore morphology and their dispersal in bryophilous Pezizales. Tesis Univerzita Karlova. Praha.
- MARTÍNEZ-GIL, R., M. VEGA & J. DE LA CRUZ (2019). Contribución al conocimiento y distribución de *Lamprospora lutziana* (Pezizales), una especie poco citada, encontrada en el norte de España. *Ascomycete.org* 11(6): 195-204.
- NÉMETH, C. (2020). Bryophilous ascomycetes (Pezizales) in Hungarian cemeteries. *Herzogia* 33: 319-339.
- ORTEGA, A. & M.T. VIZOSO (1991). Fragmentos taxonómicos, corológicos, nomenclaturales y fitocenológicos. Adiciones al catálogo micológico (Pezizales) de Andalucía. *Acta Botanica Malacitana* 16(2): 471-490.
- RIFAI, M.A. (1968). The Australian Pezizales in the Herbarium of the Royal Botanic Gardens, Kew. *Verhandelingen der Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen Afdeling Natuurkunde Tweede Reeks* 57(3): 1-295.
- RUBIO, E., A. SUÁREZ & M.A. MIRANDA (2000). El género *Octospora* Hedw.: S.F. Gray en Asturias y León. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 25: 111-126.
- RUBIO E., A. SUÁREZ & M.A. MIRANDA (2002). Estudios preliminares sobre los géneros *Lamprospora* De Not. y *Ramsbottomia* W. D. Buckley (Ascomycetes, Pezizales) en Asturias. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 26: 61-82.
- VEGA M., J. ECKSTEIN & H.-J. VAN DER KOLK (2016). *Lamprospora verrucisporea* sp. nov. (Pezizales). *Ascomycete.org* 8(4): 163-171.
- VEGA, M., L. JANOŠÍK, R. MARTÍNEZ-GIL & G. MOYNE (2018). Epitypification of *Lamprospora rehmi* Benkert (Pezizales). *Ascomycete.org* 10(3): 97-106.
- VELASCO, J.M. (2018). Inventario micológico de Castilla y León (IMCAL-1): análisis inicial, nueva bibliografía y filos Zygomycota y Ascomycota. *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 61-138.



Contribución al conocimiento de los géneros *Psathyrella* y *Homophron* en la Península Ibérica (VIII)

MUÑOZ, G.¹ & L. SÁNCHEZ²

¹Avda. Valvanera 32, 5.º dcha. 26500 Calahorra, La Rioja, España (Grupo Cultural Micológico Verpa). E-mail: guillermomunoz1981@gmail.com

²Avda. Turó 3, 7é 3a. 08390 Montgat, Barcelona. E-mail: leasan59@hotmail.com

Resumen: Muñoz, G. & L. Sánchez (2021). Contribución al conocimiento de los géneros *Psathyrella* y *Homophron* en la Península Ibérica (VIII). *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 19-40. Se describen e iconografían macro y microscópicamente tres taxones del género *Psathyrella* (Fr.) Quél. y uno del género *Homophron* (Britzelm.) Örstadius & E. Larss. recolectados en la Península Ibérica: *Homophron spadiceum* (P. Kumm.) Örstadius & E. Larss., *P. clivensis* (Berk. & Broome) Rezende-Pinto, *P. fagetophila* Örstadius & Enderle y *P. orbitarum* (Romagn.) M.M. Moser. De ellos, *P. clivensis* es primera cita para España, *P. fagetophila*, primera cita para Cataluña y *P. orbitarum*, primera cita para Aragón. Se aporta también información sobre corología, nomenclatura y taxones similares. Además, se propone el cambio del lectotipo de *H. spadiceum* a neotipo y se corrige la autoría de la combinación de *Agaricus clivensis* Berk & Broome al género *Psathyrella* (Fr.) Quél.

Palabras clave: *Homophron*, *Psathyrella*, taxonomía, corología, nomenclatura, Península Ibérica.

Summary: Muñoz, G. & L. Sánchez (2021). Contribution to the knowledge of the genera *Psathyrella* and *Homophron* in the Iberian Peninsula (VIII). *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 19-40. Three taxa of the genus *Psathyrella* (Fr.) Quél. and one of the genus *Homophron* (Britzelm.) Örstadius & E. Larss. collected in the Iberian Peninsula are macro- and microscopically described and iconographed: *Homophron spadiceum* (P. Kumm.) Örstadius & E. Larss., *P. clivensis* (Berk. & Broome) Rezende-Pinto, *P. fagetophila* Örstadius & Enderle, and *P. orbitarum* (Romagn.) M.M. Moser. Of these, *P. clivensis* is the first report for Spain, *P. fagetophila*, the first report for Catalonia, and *P. orbitarum*, the first report for Aragon. Information about chorology, nomenclature and similar taxa is also provided. In addition, the change from the *H. spadiceum* lectotype to a neotype is proposed and the authorship of the combination of *Agaricus clivensis* Berk & Broome to the genus *Psathyrella* (Fr.) Quél. is amended.

Keywords: *Homophron*, *Psathyrella*, taxonomy, chorology, nomenclature, Iberian Peninsula.

INTRODUCCIÓN

Continuando en la línea de trabajos anteriores (MUÑOZ & SÁNCHEZ, 2018; MUÑOZ, 2019), presentamos tres taxones del género *Psathyrella* (Fr.) Quél. y uno del género *Homophron* (Britzelm.) Örstadius & E. Larss., previamente perteneciente al género *Psathyrella*. Además, a lo largo del artículo comentaremos los cambios taxonómicos propuestos en los trabajos más recientes sobre *Psathyrella* s.l., basados principalmente en caracteres moleculares.

Este género, al igual que otros muchos, está siendo sometido a modificaciones casi constantes, sobre todo a raíz de los estudios moleculares publicados en los últimos años (LARSSON & ÖRSTADIUS, 2008; PADAMSEE & al., 2008; VASUTOVÁ & al., 2008; NAGY & al., 2009, 2010,

2011, 2013; ÖRSTADIUS & al., 2015; HEYKOOP & al., 2017; VOTO & al., 2019). Recientemente se ha elaborado otro trabajo basado, casi exclusivamente, en resultados moleculares, en el que se proponen más cambios que incluyen la creación de nuevos géneros y secciones (WÄCHTER & MELZER, 2020).

Como resultado, si repasamos todos los cambios que se han propuesto en las últimas décadas en el género *Psathyrella* (Fr.) Quél., podemos ver que se han integrado especies en los siguientes géneros ya existentes: *Coprinopsis* P. Karst., *Cystoagaricus* Singer, *Lacrymaria* Pat., *Parasola* Redhead, Vilgalys & Hopple; y en los siguientes géneros nuevos, creados en los trabajos más recientes: *Britzelmayria* D. Wächt. & A. Melzer, *Candolleomyces* D. Wächt. & A. Melzer,



Homophron (Britzelm.) Örstadius & E. Larss.,
Kauffmania Örstadius & E. Larss., *Olotia* D. Wächt.
& A. Melzer y *Typhrasa* Örstadius & E. Larss.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las colecciones estudiadas han sido fotografiadas macroscópicamente "in situ" con cámaras digitales Nikon D50 por G. Muñoz y Sony α 6000 por L. Sánchez, usando trípode y luz natural. Las descripciones macroscópicas están basadas en el material fresco, que posteriormente se ha deshidratado para su conservación en herbario. Para la realización de las preparaciones microscópicas se han empleado agua, rojo Congo amoniacal, amoníaco (NH_3) al 30% y potasa (KOH) al 5%. Para las observaciones microscópicas y sus correspondientes descripciones, se ha utilizado un microscopio óptico Motic BA300 con cámara microfotográfica Moticam (en G. Muñoz) y un microscopio Optika B-353-PL (en L. Sánchez), ambos conectados a un ordenador personal. Posteriormente, las imágenes tomadas han sido tratadas con un programa informático para imágenes (Adobe Photoshop).

Las descripciones, tanto macroscópicas como microscópicas, son siempre las observadas por los autores en sus colecciones, incluyendo en el apartado de comentarios su comparación con las existentes en la literatura micológica. El material ha sido depositado en los herbarios particulares de los autores, indicados aquí como GM (en G. Muñoz) y LSS (en L. Sánchez).

Para la nomenclatura de los autores se ha seguido la propuesta en la web de INDEX FUNGORUM (s. d.) en Authors of Fungal Names.

RESULTADOS

1.- *Homophron spadiceum* (P. Kumm) Örstadius & E. Larss., in Örstadius, Ryberg & Larsson, *Mycol. Progr.* 14: 35 (2015). (Figs. 1-3).

= *Psilocybe spadicea* P. Kumm., *Führ. Pilzk.*: 71 (1871). [basón.]

= *Drosophila spadicea* (P. Kumm.) Quéél., *Enchir. Fung.*: 116 (1886).

= *Pratella spadicea* (P. Kumm.) J. Schröt. in Cohn, *Krypt.-Fl. Schlesien* 3(1): 568 (1889).



Fig. 1. *Homophron spadiceum*. LSS20130917-2. Basidiomas con sombrero marrón oscuro. Foto: L. Sánchez.



Fig. 2. *Homophron spadiceum*. LSS20130917-2. Basidiomas con tonos pálidos. Foto: L. Sánchez.

= *Pilosace spadiceus* (P. Kumm.) Kuntze, *Revis. Gen. Pl.* 3: 504 (1898).

= *Psathyra spadicea* (P. Kumm.) Singer, *Annls Mycol.* 34: 339 (1936).

= *Psathyrella spadicea* (P. Kumm.) Singer, *Lilloa* 22 : 468 (1951) [1949].

= *Agaricus spadiceus* Schaeff., *Fung. Bavar. Palat. Nasc.* 4: 27 (1774). [*nom. illeg.*, Art. 53.1]

Material estudiado: BARCELONA: Vallgorguina, Serra de Can Carcassès/Can Botil, 41° 28' 46" N - 2° 31' 36" E, 250 m, seis ejemplares fasciculados en la base de un tronco, aún vivo, de *Populus nigra*, 30-XI-2020, *leg.* A. Alonso & L. Sánchez, LSS20201130-2. GIRONA: Rupit, Coma-Serra, 42° 03' 24" N - 2° 29' 13" E, 1020 m, ocho ejemplares fasciculados sobre restos de *Fagus sylvatica*, 17-IX-2013, *leg.* L. Sánchez, LSS20130917-2.

Descripción macroscópica

Píleo de 2,5 a 5,5 cm de diámetro, primero hemisférico o cónico, después convexo, al final aplanado; superficie higrófana, lisa, mate, de

color marrón oscuro o marrón granate en estado húmedo, pardo marrón más o menos apagado al ir deshidratándose, margen excedente, ondulado y estriado por transparencia cuando está húmedo; velo general ausente, incluso en primordios. Láminas adnatas, ventradas, apretadas, con laminitas intercaladas, de color pardo claro al inicio y marrón oscuro después; arista aserrada, que puede ser concolor al resto de la lámina o de color blanquecino; esporada de color marrón rojizo oscuro. Estípite de 3-7 × 0,4-0,7 cm, relativamente robusto y esbelto, cilíndrico o flexuoso, generalmente atenuado hacia la base, hueco, fibriloso longitudinalmente, de color blanquecino o pardo claro. Carne relativamente abundante y compacta, de color blanquecino; olor herbáceo, sabor débil.

Descripción microscópica

Basidiosporas de 7,2-8-8,9 × 4-4,6-5,1 μm, Qesp = 1,6-1,7-1,9, lisas, de color pardo amarillento pálido tanto con agua como con KOH, elipsoides a ovoides, algunas de ellas faseoliformes en vista lateral, sin poro germinativo. Basidios hialinos,

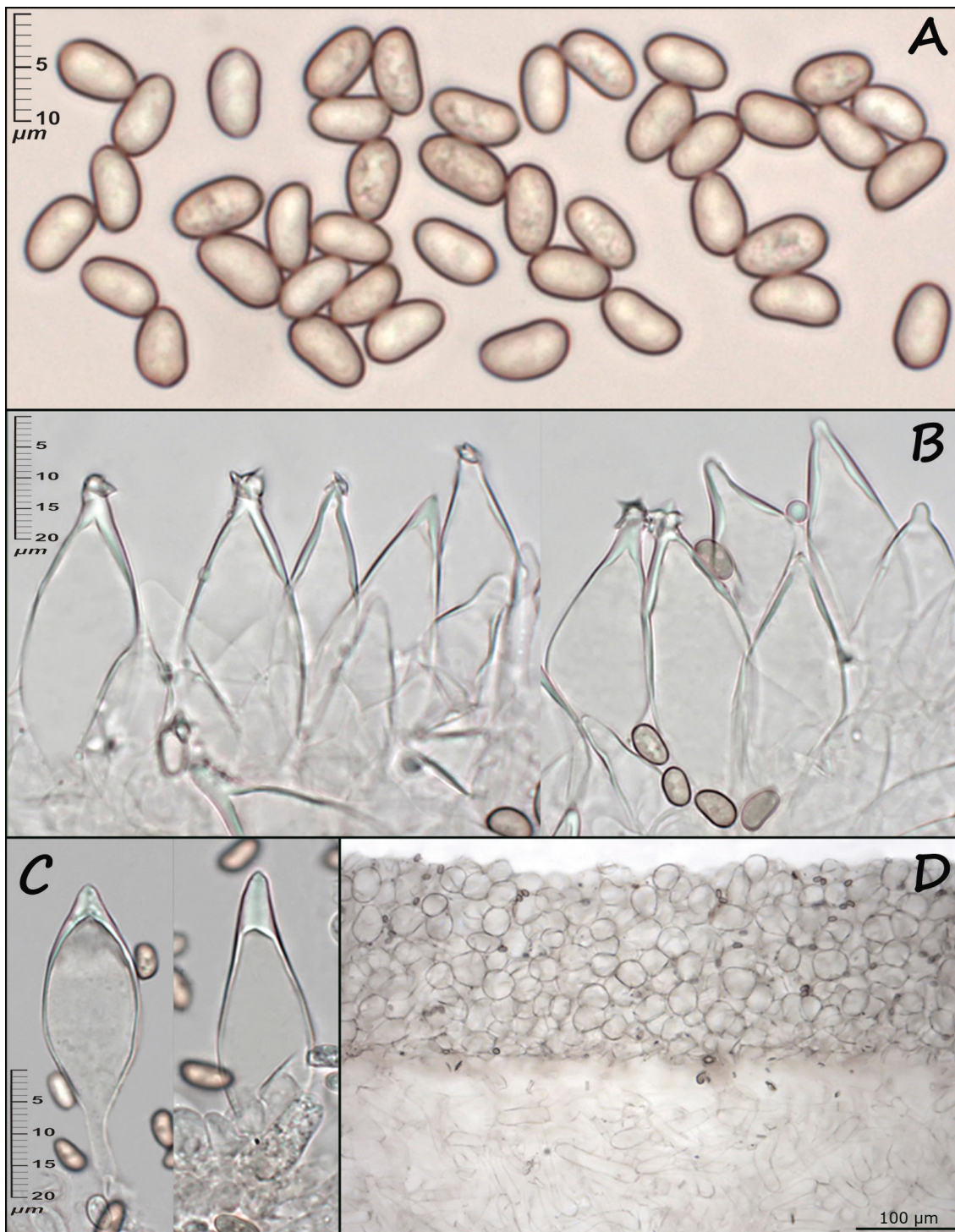


Fig. 3. *Homophron spadiceum*. LSS20130917-2. A: Basidiosporas. B: Arista laminar. C: Pleurocistidios. D: Pileipellis. Fotos: L. Sánchez.

claviformes, tetraspóricos, de $21-27 \times 6-8 \mu\text{m}$. Arista laminar estéril, ocupada por queilocistidios abundantes cuyas paredes adquieren una vistosa coloración verdosa con amoníaco, fusi-lagenifor-

mes o lageniformes, ventrudos, acuminados, generalmente con el ápice agudo y con concreciones cristaloides, de $38-57 \times 13-20 \mu\text{m}$, acompañados de escasos paracistidios claviformes o vesiculosos.



Pleurocistidios de similar morfología a la de los queilocistidios, de $42-53 \times 13-20 \mu\text{m}$. Pileipellis himeniforme, compuesta por una gruesa capa de células subglobosas de $16-39 \mu\text{m}$ de diámetro. Fíbulas presentes en todas las estructuras.

Comentarios

Especie poco frecuente, aunque de amplia distribución en la Península Ibérica, citada también en la mayor parte de los países europeos (KITS VAN WAVEREN, 1985; BREITENBACH & KRANZLIN, 1995; ÖRSTADIUS & KNUDSEN, 2008; MELZER, s. d.), así como en América (SMITH, 1972) y en África (MALENÇON & BERTAULT, 1970; MAIRE & al., 2009). Es una de las especies de *Psathyrella* (Fr.) Quéil. s.l. que más frecuentemente figura en las guías de divulgación; así, la encontramos, por ejemplo, en BON (1988), COURTECUISSÉ & DUHEM (1994), GARCÍA-BONA (1998), CETTO (2006), LUDWIG (2007), BOCCARDO & al. (2008) o EYSSARTIER & ROUX (2011). Crece, generalmente, de forma fasciculada, sobre raíces y troncos de diversas especies de árboles, principalmente planifolios (*Acer*, *Castanea*, *Betula*, *Populus*, *Quercus*, *Fraxinus*, etc). KITS VAN WAVEREN (1985) indica que muestra preferencia por las hayas y, de hecho, una de nuestras colecciones crecía en ese sustrato. Aunque habitualmente se desarrolla sobre tocónes, no es raro que lo haga también sobre árboles vivos (nuestra otra colección crecía sobre un tronco, aún vivo, de *Populus nigra*); esta característica ha llevado a algunos autores a considerarla como una especie "saproparásita" (VASUTOVÁ, 2008).

Se trata de un taxón relativamente fácil de identificar. Es cierto que, en un primer momento, puede resultar difícil atribuir las colecciones al género *Homophron* debido a su robustez y aspecto pero, una vez se tiene experiencia, su identificación resulta sencilla. Así, macroscópicamente se caracteriza por su porte relativamente robusto, el sombrero de color marrón vinoso o marrón rojizo, la total ausencia de velo, las láminas de color marrón arcilloso oscuro y el crecimiento fasciculado sobre madera. La intensidad de los colores del píleo puede variar de una recolecta a otra, tal y como hemos comprobado en nuestras colecciones (Figs. 1 y 2). Microscópicamente destacan las esporas pequeñas de color muy claro, casi hialí-

nas, sin poro germinativo, y los cistidios con incrustaciones cristaloides y de ápice agudo.

La especie más similar y que clásicamente se ha comparado (y confundido) con *H. spadiceum* es *Homophron cernuum* (Vahl) Örstadius & E. Larss., pero es menos robusta, con láminas menos apretadas, esporas pigmentadas de marrón y cistidios de ápice obtuso. Un estudio profundo de esta última especie se puede leer en MUÑOZ & CABALLERO (2013). Otras especies que presentan cistidios con incrustaciones cristaloides apicales son *Psathyrella pygmaea* (Bull.) Singer, que macroscópicamente es muy diferente (MUÑOZ & SÁNCHEZ, 2018); *Psathyrella olympiana* A.H. Sm., que muestra un hábitat similar, pero que presenta restos de velo, láminas de color pardo marrón (no marrón rojizo), esporas pigmentadas de marrón oscuro y cistidios de diferente morfología, utriformes o subutriformes (MUÑOZ, 2019), y *Psathyrella spintrigeroides* P.D. Orton, también con velo, que muestra cistidios fusiformes de gruesas paredes y sin cristales en el ápice. Macroscópicamente, por el aspecto y forma de crecer, hay otras especies que pueden parecerse, como *Psathyrella piluliformis* (Bull.) P.D. Orton o *Psathyrella laevisima* (Romagn.) Singer, pero ambas presentan restos de velo, láminas de color diferente, esporas menores y cistidios sin cristales.

Más complejo es el problema de su posible sinonimia con *Psathyrella sarcocephala* (Fr.) Singer. Nosotros, de acuerdo con ÖRSTADIUS (2001) y VASUTOVÁ (2008), pensamos que *P. sarcocephala*, en el sentido original de Fries, es un nombre dudoso y, en todo caso, debe ser considerado como sinónimo de *H. spadiceum*; también BREITENBACH & KRÄNZLIN (1995) lo indican en los comentarios de *P. spadicea*. Otros autores relevantes del siglo pasado que, concidiendo con nuestra opinión, explícitamente las consideran coespecíficas son KÜHNER & ROMAGNESI (1953) y MALENÇON & BERTAULT (1970), todos ellos siguiendo la interpretación de RICKEN (1915) quien ilustra perfectamente *H. spadiceum* (excepto las esporas, que las dibuja de color marrón oscuro cuando deberían ser pálidas). El problema taxonómico relacionado con *P. sarcocephala* deriva del hecho de que, tanto en la descripción original de *Agaricus sarcocephalus* Fr. (FRIES, 1815) como posteriormente al ser



sancionada (FRIES, 1821) como *Agaricus compactus* β *sarcocephalus* Fr., se habla de una especie con píleo amarillento, estípites también amarillentos y muy largo (100-150 mm) y crecimiento terrestre, habitualmente gregario; estos caracteres no encajan con ninguna especie de *Psathyrella* (Fr.) Qué. s.l. conocida (algo que ya sugirió ENDERLE [1989]) y, desde luego, son diferentes de la interpretación posterior que se hizo de la especie. Probablemente, parte del problema se originó cuando FRIES (1857, 1874) modifica su descripción original, detallando ahora una especie que recuerda a *H. spadiceum* o a una mezcla entre ésta y *H. cernuum* e indicando (FRIES, 1874) que su *A. sarcocephalus* anterior es una "forma dubia" (forma dudosa). Esta nueva descripción coincide bien con la imagen que publica en 1879 (FRIES, 1879); llama la atención, además, que dibuja finas escamas en el píleo, detalle extraño. VASUTOVÁ (2008), al comentar todo esto, termina indicando sobre la plancha de FRIES (1879) que, "...If this specie exists, it cannot be named as *A. sarcocephalus*..." (si esta especie existe, no puede llamarse *A. sarcocephalus*). Autores posteriores como COOKE (1886), KONRAD & MAUBLANC (1929) y BRESADOLA (1930) se basaron en esta descripción modificada de Fries para interpretar *A. sarcocephalus*, es decir, partieron de una interpretación diferente a la de su sentido original. Examinando las publicaciones de estos autores, y otra vez de acuerdo con VASUTOVÁ (2008), observamos que la interpretación de KONRAD & MAUBLANC (1929) es compatible con *H. cernuum*, la de BRESADOLA (1930) es confusa, al no dibujar cristales en los cistidios y la de COOKE (1886) también es confusa, representando ejemplares acordes con *H. spadiceum* pero más grandes, más oscuros y de esporas más pigmentadas. El concepto de Cooke fue el que siguió LANGE (1939), quien separa ambas especies (aunque, en realidad, leyendo las descripciones y viendo las ilustraciones de ambas, no parece justificada su separación) pero que, además, para aumentar la confusión, intercambia los dibujos de ambos taxones. Más recientemente, en la monografía más importante realizada sobre el género el siglo pasado (KITS VAN WAVEREN, 1985), el autor indica que ambas especies son distintas y explica extensamente las diversas interpretacio-

nes que han tenido ambos taxones, especialmente *P. sarcocephala*, a lo largo de los años (también señala que sigue la interpretación de KONRAD & MAUBLANC [1929] de *P. sarcocephala*, que ya hemos dicho que es acorde con *H. cernuum* o muy similar); pero como indica ÖRSTADIUS (2001): "failed to convincingly prove it" (no pudo probarlo de forma convincente). Recomendamos la lectura del artículo del micólogo sueco quien hace una extensa revisión crítica de la posición de K. Van Waveren. Además, VASUTOVÁ (2008) refiere que ha estudiado una colección compatible a la especie descrita por FRIES (1857, 1874, 1879), resultando genéticamente *H. spadiceum*. La micóloga checa termina diciendo que, debido a las sucesivas descripciones inconsistentes basadas en material no preservado, considera que *P. sarcocephala* no existe, al menos hasta que no se encuentre una colección bien documentada. Entre los textos más recientes, hay muy pocas referencias a *P. sarcocephala*, salvo para incluirla en la lista de sinonimias de *H. spadiceum*. Únicamente hemos de reseñar varias citas de LEGON & HENRICI (2005) para las Islas Británicas, quienes la consideran allí como una especie frecuente; habría que revisar este material y compararlo con *H. spadiceum* (y *H. cernuum*). Por todo lo explicado, la tendencia actual es considerar a *P. sarcocephala* coespecífica de *H. spadiceum*.

Otra probable sinonimia es con *Psathyrella variata* A.H. Sm. (SMITH, 1972); tanto ÖRSTADIUS (2001) como VASUTOVÁ (2008), han estudiado el material tipo, llegando a la conclusión de que es *H. spadiceum*. Remitimos al lector a estos trabajos para profundizar en la sinonimia, pero queremos reseñar aquí algo que nos parece interesante: KITS VAN WAVEREN (1985) separa *P. variata* de *H. spadiceum*, entre otras cosas, por la presencia en el borde del píleo de unos diminutos pelos alargados que le dan un aspecto pruinoso; ÖRSTADIUS (2001) explica que estos pelos se pueden ver en ejemplares jóvenes de *H. spadiceum* y, además, no se observan en el material original de *P. variata*.

Otras especies que muy probablemente sean coespecíficas, según los especialistas del género, y que, por tanto, se han quedado prácticamente sin uso hoy en día, son *Psathyrella littenii* A.H. Sm., *Psathyrella populorum* Trueblood & A.H. Sm.,



Psathyrella rhodospora M.G. Weaver & A.H. Sm., *Psathyrella sublateritia* A.H. Sm. (todas ellas propuestas como sinónimas por ÖRSTADIUS [2001]) y *Psathyrella conissans* A.H. Sm. (sugerida por VASUTOVÁ [2008]).

Existen algunos nombres antiguos relacionados también con *H. spadiceum* que, o bien se consideran sinónimos o bien se consideran dudosos o ambiguos (KITS VAN WAVEREN, 1985; DENNIS & al., 1960): *Agaricus canobrunneus* Fr., *Agaricus curvatus* Weinm., *Agaricus spadiceus* var. *hygrophilus* Fr. y *Agaricus spadiceus* var. *polycephalus* Fr.

Homopron spadiceum, clásicamente, se había incluido en *P. sect. Spadiceae* (Morgan) Kits van Wav. (KITS VAN WAVEREN, 1985; FOUCHIER, 1995; VASUTOVÁ, 2008), cuyas especies se caracterizaban por presentar, tanto en los pleurocistidios como en la mayor parte de los queilocistidios, cristales apicales y paredes gruesas, similares a los de la mayoría de especies del género *Inocybe* (Fr.) Fr. (las especies aquí incluidas son las que ya hemos enumerado en el diagnóstico diferencial: *H. cernuum*, *H. spadiceum*, *P. spintrigeroides*, *P. olympiana* y *P. pygmaea*). Había otras clasificaciones infragenéricas, como las de SINGER (1962), SMITH (1972) y ROMAGNESI (1982), quienes la incluían dentro de *P. subg. Homopron* (Britzelm.) Singer (que reúne a las especies con cistidios cristalíferos de paredes gruesas, pero sin velo). Como ya se comentó al tratar *P. pygmaea* en MUÑOZ & SÁNCHEZ (2018), VASUTOVÁ (2008) opina que esta clasificación es "artificial" e indica que, como ya sugirió ROMAGNESI (1982) y así lo sustentan los estudios moleculares realizados por la propia VASUTOVÁ & al. (2008), la presencia de cistidios de paredes gruesas y con incrustaciones en el ápice es un carácter homoplásico y, por tanto, no debe ser utilizado para definir grupos monofiléticos (clados). Efectivamente, en el citado estudio, se demuestra que *P. sect. Spadiceae* es polifilética, algo también observado en otros estudios hechos en los mismos años (PADAMSEE & al., 2008; LARSSON & ÖRSTADIUS, 2008; NAGY & al., 2013), teniendo todos en común que separan, dentro de *P. sect. Spadiceae*, las especies sin velo, formando éstas un clado muy consistente, próximo al género *Lacrymaria* Pat. De hecho, ÖRSTADIUS & KNUDSEN (2008), en sus claves

basadas en caracteres morfológicos, ya no indican secciones, entendemos que a la espera de los estudios futuros; tampoco lo hacía MELZER (s. d.) en su magnífica página web, hoy desaparecida. Posteriormente, ÖRSTADIUS & al. (2015) demuestran, a partir de análisis moleculares, que en *P. sect. Spadiceae* hay tres clados, siendo uno de ellos el "clado *Homopron*" (que incluye las especies de *Psathyrella* s.l. con cistidios cristalíferos y sin velo: *Psathyrella camptopoda* A.H. Sm., *P. cernua* y *P. spadicea*). Además, elevan *P. subg. Homopron* a la categoría de género (*Homopron* [Britzelm.] Örstadius & E. Larss.) y combinan en él las especies anteriormente citadas, quedando como tipo *P. spadicea*. En el trabajo publicado recientemente por MELZER & WÄCHTER (2020), se siguen incluyendo solo esas tres especies, aunque indican que, probablemente, también pertenezca *Psathyrella crenulata* A.H. Sm. y, menos probablemente, *Psathyrella avellaneifolia* A.H. Sm.

La nomenclatura de este taxón también es compleja. SCHAEFFER (1762) publicó una plancha representativa de la especie, pero no la nombró hasta 12 años después (SCHAEFFER, 1774), como *Agaricus spadiceus* Schaeff. Este es un nombre ilegítimo según el art. 53.1 del Código (TURLAND & al., 2018), por ser un homónimo posterior de *Agaricus spadiceus* Scop. (= *Hygrocybe spadicea* [Scop.] P. Karst.) (SCOPOLI, 1772). Fries no sanciona este nombre en ninguna de sus obras, aunque sí que lo cita en FRIES (1838). Queremos reseñar aquí que, precisamente, FRIES (1838) la encuadra dentro de *Agaricus* [sin rango] *Psilocybe*, de acuerdo con la clasificación que aparece al final de la obra (página 595 en adelante). De acuerdo con el Art. 41,4 del ICN, el primer nombre legítimo de nueva especie aparece en KUMMER (1871), como *Psilocybe spadicea*, aunque la descripción es muy poco detallada y cuesta adscribirla a la especie de Schaeffer ya que, además, no incluye dibujos. No puede tratarse como una combinación nueva por no existir un basónimo potencial para *Psilocybe spadicea*, ya que un basónimo no puede ser ilegítimo, y *Agaricus spadiceus* Schaeff. es ilegítimo. Debido a esto, y dado que KUMMER (1871) no citó ni a SCHAEFFER (1762, 1774), y ni siquiera a FRIES (1838, pero véase el ejemplo 9 del Art. 41.4), la plancha de Schaeffer no puede consi-



derarse como material original, lo que implica que la designación de esta lámina como lectotipo por parte de ÖRSTADIUS (2001) debe ser corregida a neotipo (Art. 9.10). Además, ÖRSTADIUS (2001) estableció como epítipo una colección alemana recolectada por M. Enderle, estudiada genéticamente y cuya secuencia ITS se encuentra depositada en GENBANK (s. d.) con el número DQ389729. Posteriormente a la publicación de Kummer, la especie fue recombinada a varios géneros (QUÉLET, 1886; SCHRÖTTER, 1889; KUNTZE, 1898; SINGER, 1936). En ninguna de las combinaciones se hace referencia directa o indirecta al basónimo (en todas ellas se hace referencia al nombre de Schaeffer, que era ilegítimo), pero se pueden considerar combinaciones válidas al ser anteriores a 1953, ya que, si seguimos el art. 41.4 del Código, su intención era combinar un nombre de especie (citan un nombre que pensaron que era el basónimo) y existía un basónimo potencial para ese mismo taxón, que es el de Kummer, por lo que se considera que estos autores están combinando el nombre de Kummer.

2.- *Psathyrella clivensis* (Berk. & Broome)

Rezende-Pinto, *Brotéria Ci. Nat.* 12: 66 (1943). (Figs. 4-5).

≡ *Agaricus clivensis* Berk. & Broome, *Ann. Mag. Nat. Hist.*, Ser. III 7: 375 (1861). [basón.]

≡ *Psilocybe clivensis* (Berk. & Broome) Sacc., *Syll. Fung.* (Abellini) 5: 1055 (1887).

– *Psilocybe clivensis* (Berk. & Broome) Mass., *Brit. Fung. Fl.* 1: 378 (1892). [Art. 6, nota 2, isónimo posterior sin estatus nomenclatural]

– *Psathyrella clivensis* (Berk. & Broome) P.D. Orton, *Trans. Br. Mycol. Soc.* 43: 369 (1960). [Art. 6, nota 2, isónimo posterior sin estatus nomenclatural]

Material estudiado: LA RIOJA: Zarzosa, 42° 10' 55" N - 2° 19' 15" W, 978 m, tres ejemplares creciendo entre la hierba húmeda en pradera caliza, sobre suelo muy abonado por la presencia frecuente de ganado vacuno, 29-X-2019, leg. G. Muñoz, GM-3475.

Descripción macroscópica

Píleo de 1 a 1,3 cm de diámetro, primero hemisférico, luego convexo; superficie higrófana, lisa,



Fig. 4. *Psathyrella clivensis*. GM3475. Basidiomas. Foto: G. Muñoz.

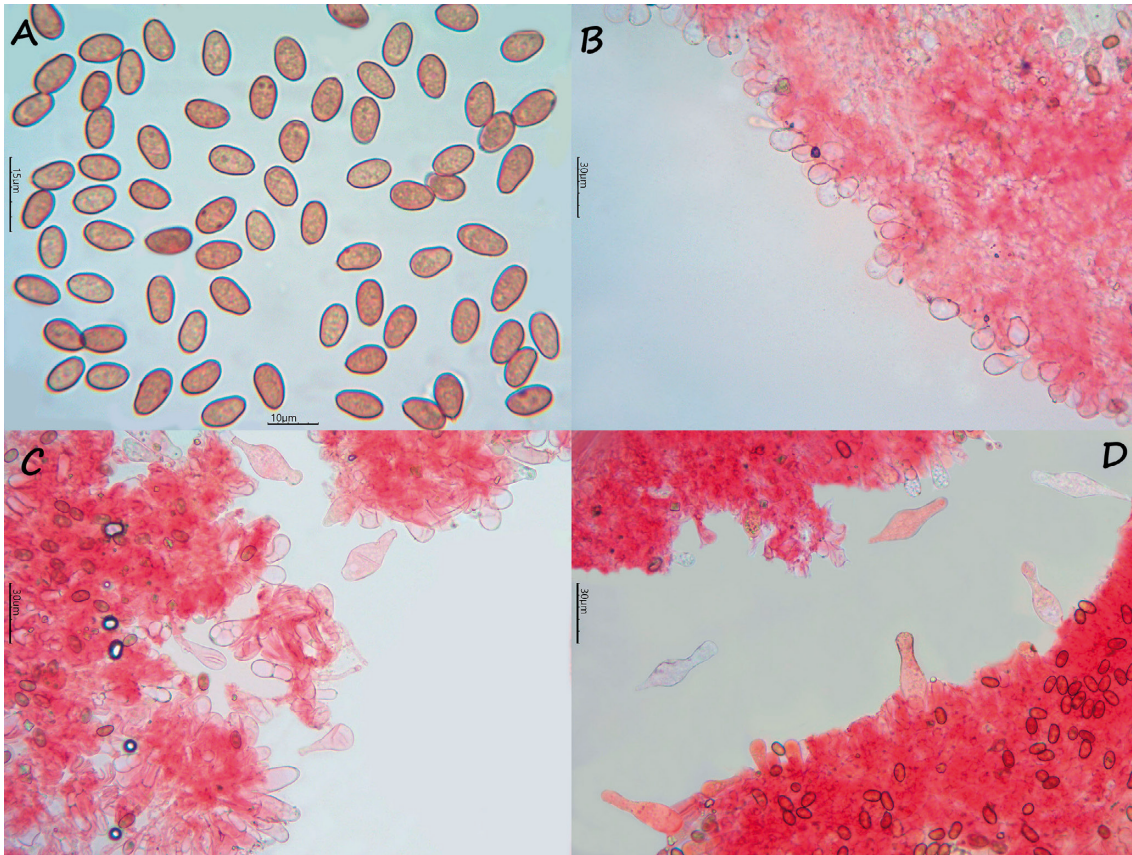


Fig. 5. *Psathyrella clivensis*. GM3475. A: Basidiosporas. B: Arista laminar (paracistidios). C: Arista laminar (paracistidios y queilocistidios). D: Pleurocistidios. Fotos: G. Muñoz.

algo untosa, de color marrón arcilloso uniforme y con el margen levemente estriado por transparencia en estado húmedo; al ir deshidratándose se torna de color pardo apagado y desaparece la estriación; velo general muy escaso, lábil, formado por fibrillas blanquecinas visibles en el margen del ejemplar más joven. Láminas escotadas, poco apretadas, algo ventradas, con laminillas intercaladas; primero de color blanquecino, luego grisáceo, al final negruzcas; arista laminar irregular, blanquecina. Esporada negruzca. Estípite de $3-4 \times 0,1-0,2$ cm, cilíndrico, fibrilloso-algodonoso en el ejemplar más joven, debido a los restos del velo general, liso en los ejemplares adultos, blanco. Carne delgada, escasa, frágil, blanquecina; olor y sabor no significativos.

Descripción microscópica

Basidiosporas de $7,8-8,7-9,6 \times 4,5-5-5,5 \mu\text{m}$, Qesp = $1,5-1,7-2$, lisas, de color pardo claro en

agua y pardo rojizo en KOH, subtruncocónicas, ovoides, ocasionalmente constreñidas hacia la zona media, algunas faseoliformes en vista lateral, sin poro germinativo. Basidios hialinos, claviformes, tetraspóricos, de $20-30 \times 7,5-10 \mu\text{m}$. Arista laminar estéril, ocupada por abundantes paracistidios claviformes o piriformes, entre los que se observan algunos queilocistidios utriformes, subutriformes, ocasionalmente subcapitados, de paredes finas, de $25-48 \times 9-14 \mu\text{m}$. Pleurocistidios abundantes, similares en forma y tamaño a los queilocistidios. Pileipellis en himenodermis, formada por 2-3 capas de células subglobosas o anchamente claviformes. Fíbulas presentes en todas las estructuras estudiadas.

Comentarios

Psathyrella clivensis (Berk. & Broome) Rezende-Pinto es una especie rara y, según nuestros registros, la colección de la Rioja sería



la primera cita para España. Hay una referencia bastante antigua en Portugal, en Cascais (DE REZENDE-PINTO, 1943), aunque no se aporta descripción, únicamente se combina al género *Psathyrella* (Fr.) Quél., se hace una referencia indirecta al basónimo y se cita el lugar de recolección: "*Cascais, Caparide; nas margens arrelvadas dos caminhos (P. Cout.)*" (en las orillas cubiertas de hierba de los senderos). En el resto de Europa también parece ser una especie rara, cuya distribución es eminentemente septentrional. Fue descrita originalmente en Gran Bretaña (BERKELEY & BROOME, 1861) y, posteriormente, ha sido citada en otras ocasiones en Gran Bretaña (COOKE, 1889-1891; ORTON, 1960), Francia (AMFB, s. d.), Países Bajos (KITS VAN WAVEREN, 1985), Alemania (ENDERLE & CHRISTAN, 1992), Suiza (BREITENBACH & KRÄNZLIN, 1995), Suecia (LUDWIG, 2007; ÖRSTADIUS & KNUDSEN, 2008), Dinamarca y Noruega (ÖRSTADIUS & KNUDSEN, 2008). También está referenciada en América (SMITH, 1972), aunque concordamos con KITS VAN WAVEREN (1977, 1985) en que la especie descrita por A.H. Smith no encaja con la diagnosis original de *P. clivensis*.

Crece preferentemente en praderas calizas, de forma aislada o gregaria, como se indica en ORTON (1960), hábitat también referido posteriormente por KITS VAN WAVEREN (1985) y LUDWIG (2007). Nuestra colección procede de un terreno muy similar, en una pradera herbosa sobre suelo calizo. BREITENBACH & KRÄNZLIN, 1995) la citan también en el interior de bosques (aunque con preferencia por crecer en praderas entre plantas gramíneas y herbáceas). ÖRSTADIUS & KNUDSEN amplían su ecología a senderos de caminos y terrenos arenosos y VOTO & al. (2019) comentan que también puede crecer asociada a restos de madera degradada.

Se caracteriza, macroscópicamente, por el sombrero de color marrón homogéneo, el velo escaso y el pie blanco y, microscópicamente, por las esporas habitualmente troncocónicas de color pardo muy claro y sin poro germinativo, el predominio de paracistidios en la arista y los cistidios utriformes o subutriformes. Las características de nuestra recolecta se ajustan bien a lo descrito en la literatura, de la que destacamos las imágenes

que aparecen en COOKE (1889), BREITENBACH & KRÄNZLIN (1995), ENDERLE (2004), LUDWIG (2007) y en la página web de la AMFB (s. d.), en una ficha de D. Deschuyteneer y F.X. Boutard. Estos últimos autores describen en el interior de las esporas unas gúttulas lipídicas muy vistosas, algo que nosotros no hemos podido observar con claridad.

Otras especies que pueden parecerse son *Psathyrella rugulosa* A.H. Sm., muy similar y que según VOTO & al. (2019) se distinguiría por el velo apendiculado y hábitat en bosques de coníferas (a lo que nosotros hemos de añadir la morfología de las esporas, fotografiadas a partir del holotipo por VOTO & al. (2019), y que no son subtruncocónicas y muestran un poro germinativo pequeño pero visible); *Psathyrella oregonensis* A.H. Sm., que crece sobre madera de coníferas y posee esporas más pigmentadas y con poro pequeño pero visible; *Psathyrella owyheensis* A.H. Sm., con esporas marrones, ovoides y con poro visible; *Psathyrella hellebosensis* Deschuyteneer & A. Melzer, muy parecida, pero con esporas igualmente diferentes; *Psathyrella spadiceogrisea* (Schaeff.) Maire, de mayor tamaño, con esporas predominantemente faseoliformes y más coloreadas y cistidios raramente subcapitados, y *Psathyrella neotropica* A.H. Sm., cuyo material original ha de ser comparado con el de *P. clivensis* debido a su extraordinario parecido microscópico ya que, hasta la fecha, solo se puede emplear como carácter diferenciador el tamaño de los cistidios, menor en *P. neotropica*. Hay otras especies que pueden asemejarse en *P. subsect. Spadiceogriseae* Kits van Wav., por lo que remitimos al lector al trabajo de VOTO & al. (2019). Las interpretaciones de ROMAGNESI (1975) de *Drosophila frustulenta* (Fr.) Quél. y de KÜHNER & ROMAGNESI (1953) de *Agaricus empyreumaticus* Berk. & Broome se refieren a *P. clivensis* (KITS VAN WAVEREN, 1977, 1985).

Clásicamente, *P. clivensis* se ha integrado en *P. sect. Spadiceogriseae* Kits van Wav. (KITS VAN WAVEREN, 1985), en la que se incluyen aquellos taxones con cistidios de paredes finas, no cristáliferos y utriformes, con velo y píleo liso; dentro de ella, se encuadra en *P. subsect. Spadiceogriseae* (ROMAGNESI, 1944; KITS VAN WAVEREN, 1985), que se caracteriza, además, por el claro predominio de paracistidios en la arista laminar.



Filogenéticamente, en el trabajo de ÖRSTADIUS & *al.* (2015) se incluye en el "clado *spadiceogrisea*", clado que también aparece bien definido en HEYKOOP & *al.* (2017), VOTO & *al.* (2019) y, finalmente, también en el reciente estudio de WÄCHTER & MELZER (2020). En este último trabajo, se mantiene *P. sect. Spadiceogriseae* y se incluyen en ella las siguientes especies, además de *P. clivensis* (ésta a partir de una secuencia obtenida por NAGY & *al.*, 2009): *Psathyrella ammophila* (Durieu & Lev.) P.D. Orton (que antes pertenecía en solitario a *P. sect. Ammophilae* [Morgan] Kits van Wav.), *Psathyrella carminei* Örstadius & E. Larss., *Psathyrella casca* (Fr.) Konrad & Maubl., *P. cascoïdes* A. Melzer, Karich & Wächter, *Psathyrella fatua* (Fr.) Konrad & Maubl., *P. hellebosensis*, *Psathyrella mammifera* (Romagn.) Courtec., *Psathyrella marquana* A. Melzer, Wächter & Kellner, *Psathyrella phegophila* Romagn., *P. spadiceogrisea*, *Psathyrella striatoannulata* Heykoop, G. Moreno & M. Mata y *Psathyrella subspadiceogrisea* T. Bau & J.Q. Yan.

En todas las obras consultadas, la combinación que se aceptaba como prioritaria al género *Psathyrella* (Fr.) Qué. era la de ORTON (1960). No

obstante, DE REZENDE-PINTO (1943) ya la había combinado 17 años antes de forma válida ya que, al ser una obra anterior a 1953, con hacer una referencia indirecta al basónimo es suficiente para considerarla válida y el autor portugués la hizo al citar a Berkeley y Broome (como "*P. clivensis* B. et Br."). Por tanto, la combinación de Orton es un isónimo posterior sin estatus nomenclatural y debe adoptarse la combinación de DE REZENDE-PINTO (1943).

3.- *Psathyrella fagetophila* Örstadius & Enderle, in Enderle, *Beitr. Kenntn. Pilze Mitteleur.* 10: 45 (1996). (Figs. 6-9).

Material estudiado: GIRONA: Espinelves, Bosc de Cubells, 41° 51' 25" N - 2° 25' 1" E, 795 m, cinco ejemplares entre hojarasca y pequeños restos de madera de *Fagus sylvatica*, 25-XI-2017, *leg.* L. Sánchez, LSS20171125-4. Espinelves, Bac de Guerxo, 41° 51' 31" N - 2° 25' 7" E, 765 m, seis ejemplares entre hojarasca y pequeños restos de madera de *Fagus sylvatica*, 12-XI-2020, *leg.* M. Pacheco & L. Sánchez, LSS20201112-4.



Fig. 6. *Psathyrella fagetophila*. LSS20171125-4. Basidiomas. Foto: L. Sánchez.



Fig. 7. *Psathyrella fagetophila*. LSS20201112-4. Basidiomas. Foto: L. Sánchez.

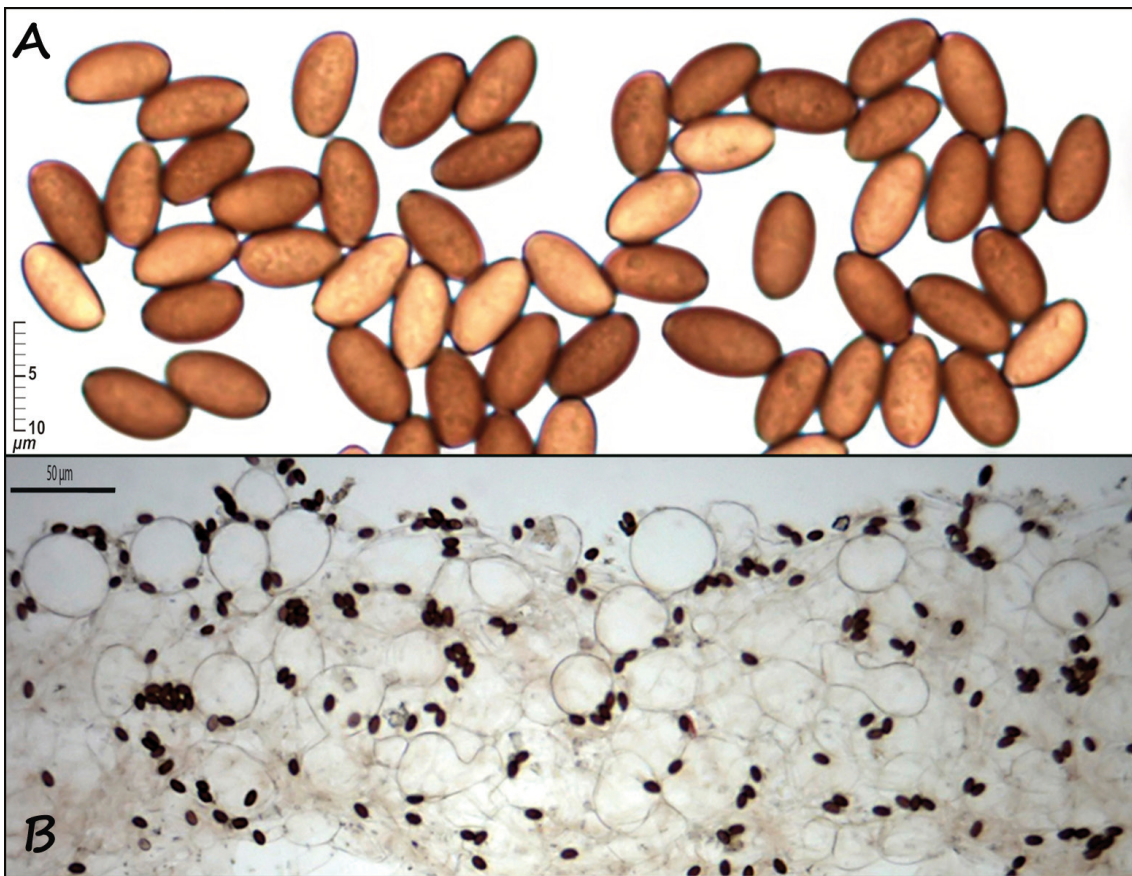


Fig. 8. *Psathyrella fagetophila*. LSS20201112-4. A: Basidiosporas. B: Pileipellis. Fotos: L. Sánchez.

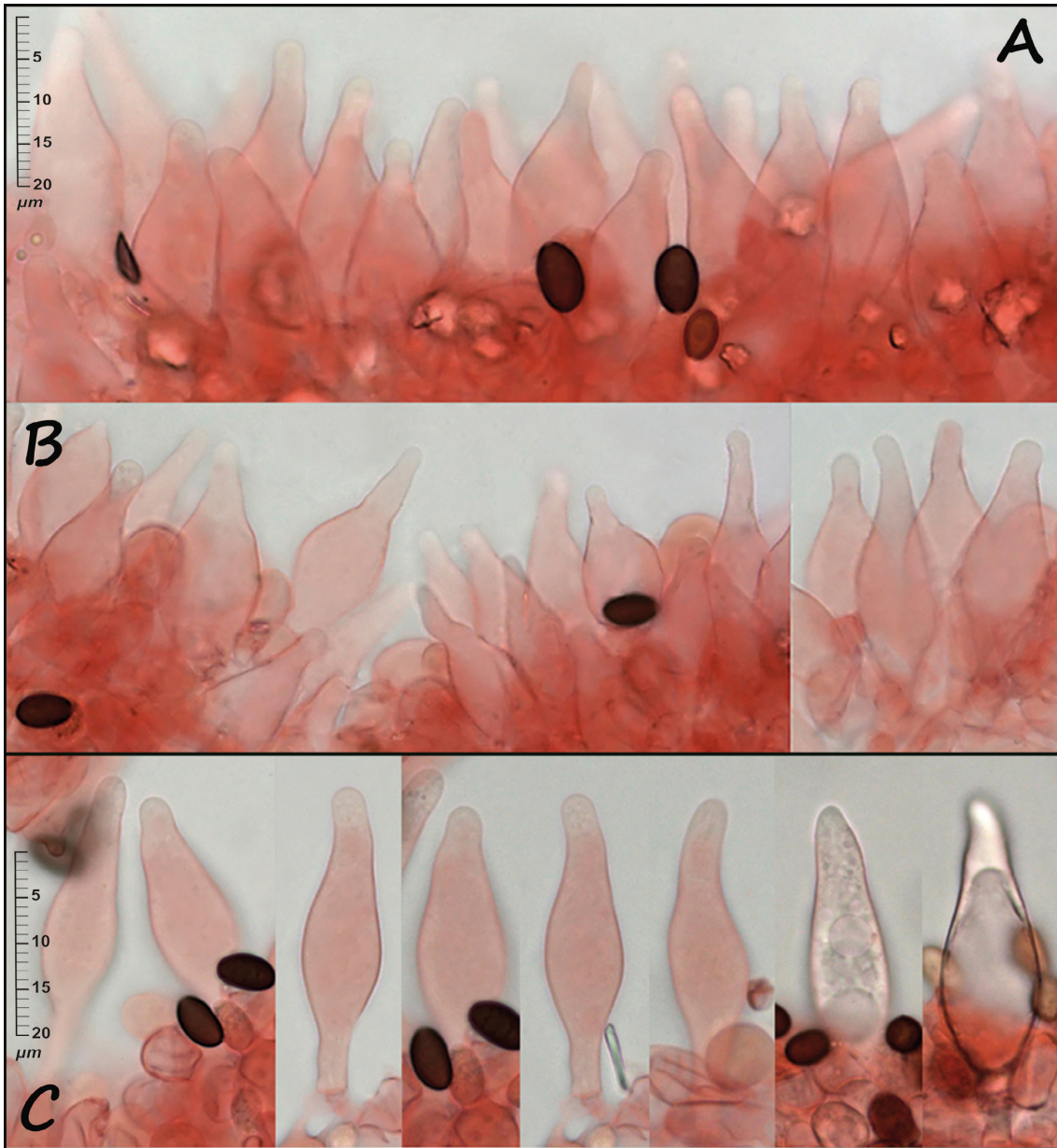


Fig. 9. *Psathyrella fagetophila*. LSS20201112-4. A y B: Arista laminar (queilocistidios de diferentes morfologías). C: Pleurocistidios. Fotos: L. Sánchez.

Descripción macroscópica

Píleo de 1,3 a 5,2 cm de diámetro, primero cónico o cónico-convexo, posteriormente convexo, no mamelonado; superficie higrofana, lisa, habitualmente con nervaduras o venosidades distribuidas de forma radial, de color marrón castaño más o menos intenso y estriada por transparencia en el margen en estado húmedo, de color pardo claro y sin venosidades ni estriación marginal al ir deshi-

dratándose; velo general escaso y lábil, a modo de fibrillas blanquecinas fácilmente desprendibles. Láminas escotadas, algo separadas, con laminitas intercaladas, ventradas, inicialmente de color blanquecino o grisáceo, después marrón pardo, finalmente marrón oscuro con tonos rojizos; arista ligeramente aserrada, blanquecina, a veces teñida de marrón-rojizo. Esporada de color marrón oscuro. Estípite de 3-9 × 0,2-0,5 cm, cilíndrico, en



ocasiones levemente curvado o flexuoso, fibrilloso longitudinalmente, blanquecino. Carne escasa, de color pardo rojizo; olor y sabor no apreciables.

Descripción microscópica

Basidiosporas de $8,8\text{-}9,8\text{-}11,2 \times 4,7\text{-}5,4\text{-}6 \mu\text{m}$, Qesp = $1,6\text{-}1,8\text{-}2$, lisas, de color marrón rojizo en agua y marrón oscuro en KOH, elipsoides, subamigdaliformes, asimétricas en vista lateral, con poro germinativo central. Basidios hialinos, claviformes, tetraspóricos, de $22\text{-}27 \times 8\text{-}9 \mu\text{m}$. Arista laminar estéril, en ocasiones teñida de marrón rojizo, ocupada por abundantes queilocistidios de paredes delgadas, lageniformes, ventrudos, con un cuello que ocasionalmente puede ser largo y estrecho, ápice obtuso, de $29\text{-}42 \times 8\text{-}13 \mu\text{m}$. Pleurocistidios frecuentes, fusiformes o fusilageniformes, con el ápice obtuso y, a veces, ligeramente rostrado, de $39\text{-}53 \times 10\text{-}12 \mu\text{m}$. Pileipellis himeniforme, formada por una capa de elementos subsféricos de $27\text{-}42 \mu\text{m}$ de diámetro. Fíbulas presentes en todas las estructuras.

Comentarios

FRIES (1821) describió *Agaricus murcidus* Fr., refiriéndose a una especie grácil, próxima a *Psathyrella corrugis* (Pers.) Konrad & Maubl. y, por tanto, diferente a la interpretación posterior que dieron otros autores como RICKEN (1915), KÜHNER & ROMAGNESI (1953), BON & CHEVASSUT (1974), KITS VAN WAVEREN (1985), que la recombinó como *Psathyrella murcida* (Fr.) Kits van Wav., o BREITENBACH & KRÄNZLIN (1995). Por ello, ÖRSTADIUS (1992) concluyó que *Agaricus murcidus* Fr. debe ser considerado un *nomen dubium* y que, consecuentemente, *P. murcida* debería recibir un nuevo nombre, el cual se creó en ENDERLE (1996), siendo *Psathyrella fagetophila* Örstadius & Enderle. ÖRSTADIUS (1992), además, indica que la plancha y descripción de LANGE (1939) de *Psathyra fusca* J.E. Lange es compatible con *P. murcida*, opinión con la que no estamos de acuerdo y que comentaremos más adelante. Como curiosidad, hemos de reseñar que ARNOLDS (2003) al tratar *P. fagetophila*, la escribe erróneamente como "*Psathyrella fageticola*", taxón que no existe y que es simplemente un error tipográfico.

Se trata de una especie poco frecuente. En la Península Ibérica, con su nombre actual, encontramos solo una cita en Guadalajara (CAMPOS & al., 2014); con el nombre de *P. murcida* encontramos citas en Navarra (GARCÍA-BONA, 1987; GARCÍA-BONA, s. d.), Guadalajara (HEYKOOP & ESTEVE-RAVENTÓS, 1994), Asturias (RUBIO & al., 2005), La Coruña, Lugo y Orense (RODRÍGUEZ-VÁZQUEZ & CASTRO, 2016). Nuestra colección, según nuestros registros, representa la primera cita para Cataluña. En el resto de Europa, aunque rara, está ampliamente distribuida (KITS VAN WAV, 1985; ÖRSTADIUS, 1992; BREITENBACH & KRÄNZLIN 1995; ENDERLE, 1996; TASSI, 1997; ARNOLDS, 2003; VASUTOVÁ, 2006; LUDWIG, 2007; ÖRSTADIUS & KNUDSEN, 2008; VOTO, 2008).

Macroscópicamente, se caracteriza por el porte relativamente grande para el género, el color marrón del píleo, el velo general poco desarrollado, el pie largo y blanquecino (encontramos una buena ilustración de la especie en LUDWIG [2007]) y, sobre todo, el hábitat, en bosques de hayas, bien sobre el mantillo de las hojas, bien sobre madera; nuestras dos colecciones han sido encontradas en hayedo y, efectivamente, crecían en ambos sustratos. BREITENBACH & KRÄNZLIN (1995) la citan también bajo *Quercus* y, en la página web de la AMFB (s. d.), D. Deschuyteneer recoge una recolecta francesa en bosque mixto de robles, carpes y avellanos. Microscópicamente destaca por las esporas pequeñas, elipsoides y, en visión lateral, asimétricas, los queilocistidios lageniformes de base ventrada y frecuentemente con cuello largo y estrecho y los pleurocistidios fusiformes o fusilageniformes, con ápice redondeado u obtuso; D. Deschuyteneer indica que algunos pleurocistidios tienen un ápice levemente rostrado (AMFB, s. d.), algo que hemos podido comprobar también en nuestras recolectas. Hay otras especies que pueden parecerse, como *Psathyrella tephrophylla* (Romagn.) Bon, similar macroscópicamente, pero con un velo aún menos desarrollado, láminas de color gris ceniza, esporas con el ápice truncado y cistidios utriformes con un característico depósito oleoso; *Psathyrella fusca* (J.E. Lange) A. Pearson, sinonimizada con *P. fagetophila* por algunos autores, que se diferencia por las esporas algo mayores



y los cistidios utriformes; *Psathyrella phegophila* Romagn., que posee cistidios utriformes y esporas más pequeñas; *Typhrasa gossypina* (Bull.) Örstadius & E. Larss. que es aún más robusta, con velo más desarrollado, píleo aún más arrugado-venoso y cistidios con contenido oleoso-refringente característico (MUÑOZ & CABALLERO, 2013); y algunas especies del “clado *spadiceogrisea*” (VOTO & al., 2019), pero se diferencian fácilmente al microscopio por poseer cistidios utriformes y claro predominio de paracistidios en la arista.

Clásicamente *P. fagetophila* se ha incluido en *P. sect. Pennatae* Romagn. ex Romagn. emend. D. Wächt. & A. Melzer (KITS VAN WAVEREN, 1985), que abarcaba aquellas especies de *Psathyrella* (Fr.) Qué. con pleurocistidios lageniformes o fusilageniformes, más o menos ventrudos, superficie pileica lisa y velo no conformado por esferocistos. ÖRSTADIUS & al. (2015) indican que esta especie, filogenéticamente, se agrupa en el “clado *noli-tangere*” junto a *Psathyrella fennoscandica* Örstadius & E. Larss., *Psathyrella pseudocorrugis* (Romagn.) Bon, *Psathyrella noli-tangere* (Fr.) A. Pearson & Dennis, *Psathyrella romagnesii* Kits van Wav., *Psathyrella rubiginosa* A.H. Sm. y *Psathyrella senex* (Peck.) A.H. Sm. Estos resultados son similares a los que ya obtuvieron NAGY & al. (2013), aunque éstos llamaron al clado, “clado *fusca*”, que incluía muchas especies, entre ellas, la mayoría de las anteriormente citadas como “clado *noli-tangere*”; sobre ello, NAGY & al. (2013) expresan que este clado muestra una tremenda variabilidad fenotípica, siendo muy difícil proporcionar una definición morfológica del mismo. Efectivamente, son especies muy diferentes entre sí unas de otras; sólo hay que tomar como ejemplo especies ya tratadas en este boletín anteriormente, como *P. rubiginosa* (MUÑOZ & CABALLERO, 2012) y *P. romagnesii* (MUÑOZ & DESCHUYTENEER, 2020), viéndose que son muy diferentes a *P. fagetophila*.

Recientemente, WÄCHTER & MELZER (2020), proponen crear una nueva sección para incluir a ésta y otras especies. Antes de comentar esta sección queremos, por su repercusión, hacer hincapié en este trabajo de WÄCHTER & MELZER (2020). En él se propone, dentro de *Psathyrella* (Fr.) Qué. (entendiéndolo en sentido estricto, sin las especies transferidas a otros géneros), su división en 18

secciones de las cuales siete son nuevas y tres, enmendadas; además, desaparecen otras secciones preexistentes. En síntesis, y teniendo en cuenta que la mayor parte se ha hecho estrictamente por criterios filogenéticos, nos podemos encontrar con los siguientes tipos de modificaciones propuestas por los autores alemanes:

1.- Secciones ya existentes que se mantienen y, además, tienen una buena correlación con la morfología y, por tanto, también con las claves en ella basadas. Es el caso, por ejemplo, de *P. sect. Atomatae* Romagn. ex Singer, que reúne prácticamente las mismas especies que ya se incluían antes y que tienen características comunes bien definidas (pequeño tamaño, color marrón, velo escaso, tonos rosados en el píleo al deshidratarse, láminas con la arista teñida de marrón rojizo, pie bulboso y ausencia de rizoma basal). Filogenéticamente se confirma que las especies que pertenecían previamente a esta sección están emparentadas y, por tanto, resulta sencillo encuadrarlas en ella por la morfología. Además, pueden mantenerse casi tal y como estaban las claves de determinación ya elaboradas (KITS VAN WAVEREN, 1985; MELZER, s. d.). Otro ejemplo es *P. sect. Spadiceogriseae*.

2.- Secciones nuevas que tienen una base morfológica en la que sustentarse. Aquí destacamos, sobre todo, *P. sect. Sinefibularum* D. Wächt. & A. Melzer, que reúne aquellos taxones que no tienen fíbulas, carácter que se veía en algunas especies de distintas secciones, pero que nunca se habían agrupado en una. Nos parece acertada la creación de esta nueva sección y vemos, además, que la elaboración de unas claves también es, a partir del carácter de las fíbulas, relativamente sencilla.

3.- Secciones que desaparecen por criterios filogenéticos, incluso teniendo algún carácter morfológico común que las diferenciaba bien del resto. El ejemplo paradigmático es *P. sect. Spadiceae*, cuyas especies tenían en común la presencia de cistidios con cristales apicales y/o paredes gruesas. Como indica VASUTOVÁ (2008), la presencia de estos cistidios es un carácter homoplásico y, por tanto, las especies que pertenecían a esa sección se han ido introduciendo en otras o en géneros diferentes (por ejemplo, *Psathyrella olympiana* A.H. Sm. en *P. sect. Pygmaeae* Romagn. y *Psathyrella*



spintrigeroides P.D. Orton, en *P. sect. Pennatae*. Como resultado, toda clave dicotómica del género es muy difícil de elaborar y más aún de utilizar, hasta el punto de que en algunas especies sería más fácil identificar la especie primero sin usar las claves y luego asignarla a una sección dentro de las mismas.

4.- Secciones creadas únicamente bajo el criterio filogenético y que no tienen sustento morfológico. Éstas reúnen especies que pertenecen al mismo clado pero para las que morfológicamente no se han encontrado sinapomorfias, o caracteres en común, al ser muy distintas unas de otras. Esto hace, por un lado, difícil la definición adecuada de la sección y, por el otro, de nuevo, muy complicada la elaboración de unas claves.

La especie que nos ocupa pertenecería a este último grupo. Los autores alemanes proponen la creación de la sección *P. sect. Noli-tangere* D. Wächt. & A. Melzer, para incluir tanto a *P. fagetophila* como al resto de especies del "clado *noli-tangere*" que indicaron ÖRSTADIUS & al. (2015), más *Psathyrella fulvescens* (Romagn.) M.M Moser, *Psathyrella perpusilla* Kits van Wav., *Psathyrella seminuda* A.H. Sm. y *Psathyrella warrenensis* A.H. Sm. La definición que plasman de esta nueva sección pensamos que no se ajusta bien a las especies que en ella están incluidas, ya que indican, por ejemplo, que los queilocistidios son predominantemente utriformes, cuando en *P. fagetophila*, sin ir más lejos, no lo son; o que los pleurocistidios también son utriformes y sólo raramente fusiformes o lageniformes (en *P. fagetophila* son característicamente fusilageniformes). En cualquier caso, puede apreciarse que la descripción de la sección es tremendamente laxa, pudiendo encajar en ella casi cualquier taxón del género *Psathyrella* (Fr.) Quél. Volvemos a encontrarnos con una franca discordancia entre la morfología y la genética, difícil de solucionar solo con los estudios biomoleculares. Consideramos que es mucho más fácil y útil incluir la especie dentro de *P. sect. Pennatae*, siguiendo la sistemática clásica, independientemente de sus características filogenéticas.

4.- *Psathyrella orbitarum* (Romagn.) M.M. Moser, in Gams, *Kl. Krypt.-Fl.*, Ed. 3, 2b/2: 215 (1967). (Figs. 10-11).

≡ *Drosophila orbitarum* Romagn., *Bull. Mens. Soc. Bot. Lyon* 21: 152 (1952). [basón.]

≡ *Psathyrella prona* f. *orbitarum* (Romagn.) Kits van Wav., *Persoonia*, Suppl. 2: 282 (1985).

Material estudiado: ZARAGOZA: Gallur, 41° 52' 40" N - 1° 19' 25" W, 254 m, en campo de frutales abandonado en la ribera del río Ebro, varios ejemplares creciendo entre la hierba alta, 25-XI-2019, leg. G. Muñoz, GM-3535.

Descripción macroscópica

Píleo de 0,5 a 1 cm de diámetro, cónico o levemente umbonado; superficie higrófana, lisa, mate, de aspecto micáceo y color blanquecino o grisáceo pálido en estado húmedo, pardo apagado al ir deshidratándose; velo general lábil, escaso, presente a modo de aisladas fibrillas blanquecinas, solo visibles en algunos ejemplares. Láminas adherentes, ventradas, relativamente separadas, con laminillas intercaladas; primero grisáceas, luego negruzcas; esporada negruzca. Estípite de 2,5-3,5 × 0,1 cm, relativamente largo, estilizado, cilíndrico, a veces flexuoso, con la base ligeramente bulbosa, blanquecino. Carne muy escasa, delicada, frágil, blanco grisáceo; sin olor ni sabor reseñables.

Descripción microscópica

Basidiosporas de 8,9-10,1-11,3 × 4,8-5,4-6,1 μm, Qesp = 1,7-1,9-2,1, lisas, elipsoides, subamigdaliformes en vista lateral, de color marrón rojizo en agua y marrón oscuro en KOH, con poro germinativo central bien visible. Basidios hialinos, claviformes, tetraspóricos, de 25-32 × 10-12 μm. Arista laminar estéril, ocupada, en la parte más próxima al borde del píleo, por abundantes paracistidios claviformes o esferopedunculados de 11-30 × 5-12 μm, entre los que se observan escasos queilocistidios estrechos, lageniformes, con un cuello largo, de 38-55 × 9-12 μm; conforme nos acercamos a la inserción con el estípite se hacen más frecuentes los queilocistidios y menos los paracistidios. Pleurocistidios escasos, de morfología y tamaño similares a los queilocistidios. Pileipellis de tipo



Fig. 10: *Psathyrella orbitarum*. GM3535. Basidiomas. Foto: G. Muñoz.

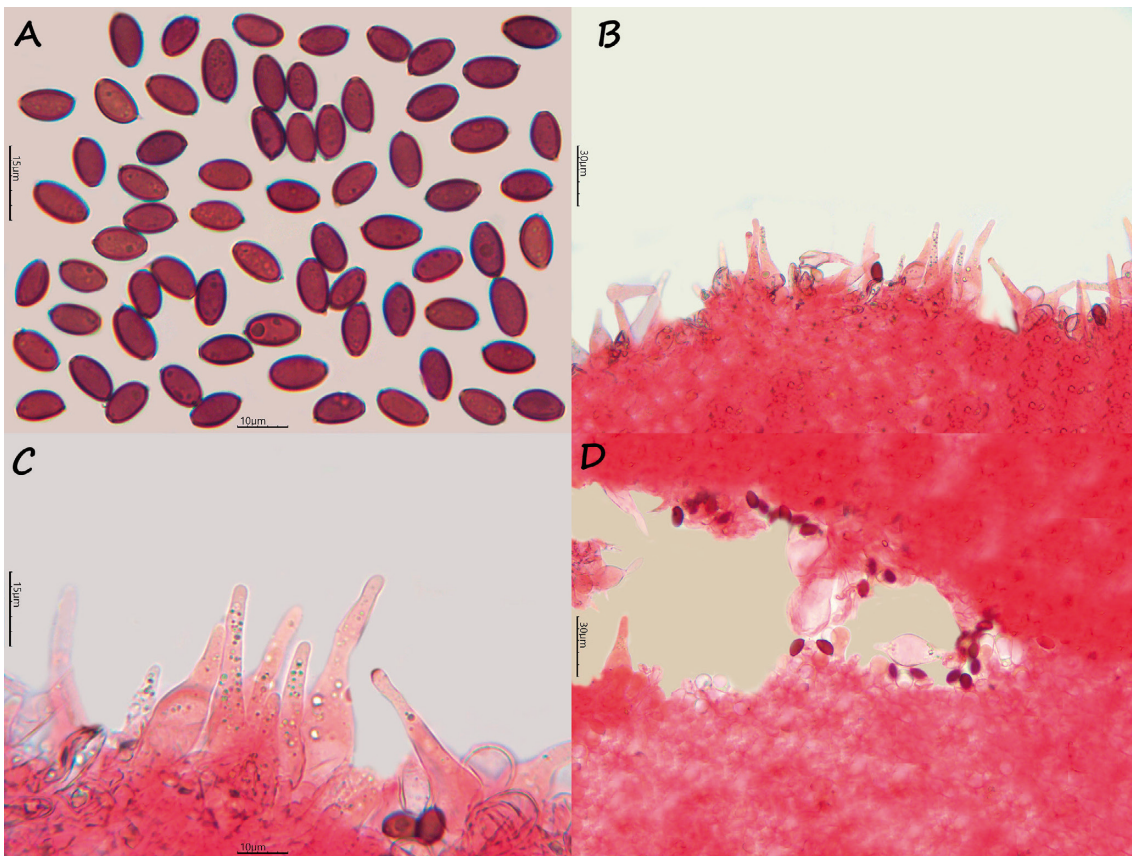


Fig. 11: *Psathyrella orbitarum*. GM3535. A: Basidiosporas. B y C: Arista laminar. D: Pleurocistidios. Fotos: G. Muñoz.



cutis, compuesta por una gruesa capa de células globosas o piriformes. Fíbulas presentes en toda las estructuras estudiadas.

Comentarios

Especie poco frecuente, aunque probablemente haya pasado desapercibida y/o haya sido confundida con otras como, por ejemplo, *Psathyrella potteri* A.H. Sm. o *Psathyrella prona* (Fr.) Gillet. En la Península, encontramos citas, como *Psathyrella prona* f. *orbitarum* (Romagn.) Kits van Wav., en Asturias (RUBIO & al., 2005), Gerona (VIDAL & al., 2003; VIDAL & al., 2009), Málaga (ORTEGA & al., 1996), Mallorca (SIQUIER & SALOM, 2013) y Valencia (CONCA & al., 2003), y, como *Psathyrella orbatarum* (Romag.) M.M. Moser, en Cantabria (ALONSO & al., 2002). Según nuestros registros, ésta sería la primera cita para Aragón. En el resto de Europa encontramos, igualmente, pocas referencias (KITS VAN WAVEREN, 1985; ENDERLE, 1994; CETTO, 2006; LUDWIG, 2007; ÖRSTADIUS & KNUDSEN, 2008), posiblemente por el motivo ya comentado. También está presente en América del Norte (SMITH, 1972) y en África (MAIRE, & al., 2009).

Crece directamente del suelo, de forma solitaria o gregaria, mostrando preferencia, según Romagnesi (ROMAGNESI, 1952; KÜHNER & ROMAGNESI, 1953) por caminos con el terreno embarrado; posteriormente, se ha ampliado la ecología, habiéndose encontrado en terrenos con abundante hojarasca o con hierba alta y húmeda, sobre todo en zonas urbanas o periurbanas, senderos de caminos, parques, etc. (ÖRSTADIUS & KNUDSEN, 2008). KITS VAN WAVEREN (1985) indica también que puede crecer en praderas, bosques, restos vegetales en descomposición e, incluso, estiércol. Nuestra recolecta procede de un terreno inundable en la ribera del río Ebro, en un campo de árboles frutales abandonado, creciendo entre la hierba alta, con presencia de algo de musgo.

Aunque es una especie que aparece de forma frecuente en catálogos y algunas guías micológicas, son pocos los trabajos que la tratan de forma específica y que muestran imágenes o dibujos representativos. En este sentido, destacamos la obra de LUDWIG (2007). También se observa una

fotografía en CETTO (2006), pero los ejemplares encajan mejor con *P. potteri* (incluso da medidas esporales de 15-18 μm , mucho mayores a las esperables para *P. orbatarum* y sí compatibles con las de *P. potteri* [MUÑOZ & CABALLERO, 2012]). En KITS VAN WAVEREN (1972, 1985) se aportan descripciones bastante completas, así como dibujos microscópicos, pero no se aportan imágenes macroscópicas. En internet se pueden encontrar algunas colecciones que se ajustan muy bien a nuestro concepto de *P. orbatarum*: una en MUSHROOM OBSERVER (s. d.), de D. Grootmyers; otra en DANKE SVAMPE (s. d.), de T. Kehlet, quien muestra una imagen idéntica a nuestra colección; y una más en el foro de micología de la AMB MUGGIA (s. d.).

La especie se caracteriza, macroscópicamente, por el sombrero de color marrón grisáceo o blanco grisáceo, con la superficie mate y típicamente micácea, las láminas relativamente separadas que pueden, o no, estar teñidas de marrón rojizo y el pie largo, blanquecino y bulboso, sin base radicante basal, lo que la separa bien de las especies del "grupo *microrhiza*". Microscópicamente, destaca por la abundancia de paracistidios, sobre todo hacia el margen del sombrero, los cistidios estrechos, fusiformes o fusilageniformes, los basidios tetraspóricos y las esporas de mediano tamaño (10-13 μm , según autores), sin llegar a las 15 μm o incluso más que podemos encontrarnos en otros taxones similares. Así, las especies más parecidas son: *P. potteri*, que se diferencia muy fácilmente al microscopio por las esporas, considerablemente mayores, que miden 15-16 μm o, incluso, más; *Psathyrella microrhiza* (Lasch) Konrad & Maubl., *Psathyrella orbicularis* (Romagn.) Kits van Wav. y *Psathyrella corrugis* (Pers.) Konrad & Maubl., que son habitualmente de mayor tamaño y poseen un claro rizoma basal; y *P. prona*, quizás la distinción más conflictiva. Durante años, *P. orbatarum* y *P. prona* se han considerado como formas de una misma especie (*P. prona*) e, incluso, se ha sugerido que pueden ser coespecíficas (KITS VAN WAVEREN, 1972, 1985). Además, se hablaba de formas bispóricas y tetraspóricas tanto de *P. prona* como de *P. orbatarum* (o *P. prona* f. *orbatarum*) (ROMAGNESI, 1952; KITS VAN WAVEREN, 1972, 1985; MOSER, 1980; LUDWIG, 2007). Para añadir más confusión, se ha descrito una forma bispórica



de *P. orbitarum* (ROMAGNESI, 1975; LÉCURU & *al.*, 2019). Nosotros pensamos que son dos especies bien diferenciadas, tal y como indican los autores más recientes (KNUDSEN & ÖRSTADIUS, 2008; ÖRSTADIUS & *al.* 2015; WÄCHTER & MELZER, 2020; MELZER, s. d.). En nuestra opinión, las colecciones con basidios predominantemente bispóricos son *P. prona*, y las colecciones con basidios tetraspóricos son *P. orbitarum*. De hecho, leyendo la descripción original (ROMAGNESI, 1952) se aportan una serie de caracteres clave: el sombrero micáceo, el pie bulboso y sin rizoma basal, los basidios típicamente tetraspóricos (añade que más raramente son bispóricos) y las esporas de tamaño mediano (10-13 μm). Esto es también lo que proponen ÖRSTADIUS & KNUDSEN (2008), quienes en su descripción de *P. orbitarum* ya no distinguen colecciones con basidios bispóricos y en su descripción de *P. prona*, refieren basidios predominantemente bispóricos. Parece que estas impresiones se confirman con estudios moleculares, en los que ambas especies, aunque próximas, aparecen bien diferenciadas (WÄCHTER & MELZER, 2020). Otra diferencia importante entre los dos taxones es la forma de las esporas, elipsoide o subamigdaliforme en *P. orbitarum* y alargada y estrecha, subcilíndrica, en *P. prona*. Macroscópicamente ambos taxones son muy similares y difíciles de diferenciar. Realizamos un estudio genético de nuestra colección (región ITS) y el resultado fue muy similar al de las dos únicas colecciones de *P. orbitarum* que hay en GENBANK (s. d.): arrojó una identidad del 100 % con la colección MK607472.1 de S.D. Russell y D. Grootmyers y una identidad del 99 % con la colección DQ389673.1 de E. Larsson y L. Örstadius.

Clásicamente se ha incluido en *P. sect. Atomatae* (KITS VAN WAVEREN, 1972, 1985), que

incluye especies con el sombrero pequeño, marrón rojizo o marrón grisáceo, a veces con tonos rosados al secarse, velo fugaz, arista laminar a menudo teñida de rojizo, pie largo y estilizado, bulbosillo y sin rizoma basal, pleurocistidios numerosos, esporas bastante grandes y basidios tetraspóricos o, a veces, bispóricos y monospóricos. KÜHNER & ROMAGNESI (1953) la incluían en *P. sect. Pronae* Romagn., muy cercana a *P. sect. Atomatae*, pero con la arista laminar teñida de marrón rojizo. Filogenéticamente se agrupa en el mismo clado que las especies más parecidas morfológicamente; así WÄCHTER & MELZER (2020) sugieren mantener *P. sect. Atomatae* en la que, además de *P. orbitarum*, se incluirían la mayoría de especies que anteriormente ya pertenecían a ella: *Psathyrella calcarea* (Romagn.) M.M. Moser, *Psathyrella liliputiana* Örstadius & E. Larss., *Psathyrella mycenoides* T. Bau, *P. potteri*, *P. prona*, *Psathyrella stercoraria* Örstadius & E. Larss. y *Psathyrella tenera* Peck.

AGRADECIMIENTOS

A J.C. Zamora y L.A. Parra, por su ayuda ante las dudas nomenclaturales. A D. Deschuyteneer, por la confirmación de la identidad de *P. clivensis* y *P. fagetophila*. A J.J. Pérez-Sevilla por su colaboración desinteresada en el tratamiento de algunas de las imágenes microscópicas y en la realización de las composiciones fotográficas de *P. clivensis* y *P. orbitarum*. A L. Rubio, por la revisión de algunas partes del trabajo. A C. Roqué, F. Pancorbo, M.A. Pérez-de-Gregorio, M. Enderle y L. Örstadius, por la aportación de material bibliográfico. A E. Musumeci, por la traducción del texto de Kummer de *P. spadicea*.



REFERENCIAS

- ALONSO, J.L., J. FERNÁNDEZ-VICENTE, J.L. PÉREZ-BUTRÓN & A. PÉREZ (2002). Setas de los eucaliptales de la cornisa Cantábrica (IV) y catálogo micológico de los eucaliptales (III). *Yesca* 14: 18-41.
- AMFB (s. d.). <http://www.amfb.eu/Myco/Psathyrelles/psathyrella.html> [consultada el 29 de enero de 2021]
- AMB MUGGIA (s. d.). <http://www.ambmuggia.it/forum/> [consultada el 2 de febrero de 2021]
- ARNOLDS, E. (2003). Rare and interesting species of *Psathyrella*. *Fungi non delineati* XXVI. Ed. Candusso. Alassio.
- BERKELEY, M.J. & C.E. BROOME (1861). Notices of British Fungi. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, Ser. 3, 7: 373-382.
- BOCCARDO, F., M. TRAVERSO, A. VIZZINI & M. ZOTTI (2008). *Fungi d'Italia*. Ed. Zanichelli. Bologna.
- BON, M. & G. CHEVASSUT (1974). Agaricales de la région "Languedoc – Cévennes". *Doc. Mycol.* 15: 1-54.
- BON, M. (1988). *Guía de Campo de los Hongos de Europa*. Ed. Omega. Barcelona.
- BREITENBACH, J. & F. KRÄNZLIN (1995). *Champignons de Suisse*. Tome 4. Ed. Mykologia. Luzern.
- BRESADOLA, G. (1930). *Iconographia mycologica* 16. Società Botanica Italiana. Museo Civico di Storia Naturale di Trento. Mediolani.
- CAMPOS, J.C., F. PANCORBO, M.A. RIBES, G. SÁNCHEZ, B. RODRÍGUEZ, J. CUESTA & J. VILA (2014). Contribución al conocimiento de la micobiota del Parque Natural de la Sierra Norte de Guadalajara. Catálogo y especies más interesantes I. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 38: 163-181.
- CETTO, B. (2006). *I funghi dal vero* 4. Ed. Saturnia. Trento.
- COOKE, M.C. (1886). *Illustrations of British Fungi (Hymenomycetes)* 4. Ed. London Williams and Norgate. London.
- COOKE, M.C. (1889-1891). *Illustrations of British Fungi (Hymenomycetes)* 8. Ed. London Williams and Norgate. London.
- CONCA, A., F. GARCÍA, F.P. MARTÍNEZ & R. MAHIQUES (2003). Basidiomicets del carrascar de la Font Roja (II). *Bull. Soc. Micol. Valenciana* 8: 177-222.
- COURTECUISSE, R. & B. DUHEM (1994). *Guide des Champignons de France et d'Europe*. Ed. Delachaux et Niestlé. Paris.
- DANSKE SVAMPE (s. d.). <http://danskevampe.dk/> [consultada el 2 de febrero de 2021]
- DENNIS, R.W.G., P.D. ORTON & F.B. HORA (1960). New check list of British agarics and boleti. *Trans. Br. Mycol. Soc. suppl.*: 1-225.
- DE REZENDE-PINTO, M.C. (1943). Hymeniales de Portugal. *Brotéria Ci. Nat.* 12: 58-75.
- ENDERLE, M. (1989). Bemerkenswerte Agaricales (*Psathyrella*)-Funde VIII. *Beitr. Kenntn. Pilze Mitteleurop.* 3: 241-260.
- ENDERLE, M. & J. CHRISTAN (1992). Studien in der Gattung *Psathyrella* I. *Zeitschr. F. Mykol.* 58: 67-84.
- ENDERLE, M. (1994). Studien in der Gattung *Psathyrella* III. *Beitr. Kenntn. Pilze Mitteleurop.* 9: 57-78.
- ENDERLE, M. (1996). Studien in der Gattung *Psathyrella* IV. *Beitr. Kenntn. Pilze Mitteleurop.* 10: 35-58.
- ENDERLE, M. (2004). *Die Pilzflora des Ulmer Raumes*. Ed. Süddeutsche Verlagsgesellschaft. Ulm.
- EYSSARTIER, G. & P. ROUX (2011). *Le Guide des Champignons. France et Europe*. Ed. Belin. Paris.
- FOUCHIER, F. (1995). *Le Genre Psathyrella (Fries) Quélet: flore des espèces européennes et méditerranéennes (avec clés dichotomiques d'après Kits van Waveren)*. Ed. Fédération des Associations Mycologiques Méditerranéennes. Montpellier.
- FRIES, E.M. (1815). *Observationes Mycologicae* 1. Havniae: sumptibus G. Bonnierii. Copenhagen.
- FRIES, E.M. (1821). *Systema Mycologicum* I. Officina Berlingiana. Lund.
- FRIES, E.M. (1836-1838). *Epicrisis Systematis Mycologici, Synopsis Hymenomycetum*. Typographia Academica. Uppsala.
- FRIES, E.M. (1857). *Monographia hymenomycetum Sueciae* I. C.A. Leffler. Uppsala.
- FRIES, E.M. (1874). *Hymenomycetes europaei*. Berling. Uppsala.
- FRIES, E.M. (1879). *Icones selectae Hymenomycetum nondum delineatorum* 2(4). P.A. Nordstedt & Filii. Stockholm.
- GARCÍA-BONA, L.M. (1987). Catálogo micológico de Navarra. *Cuad. Secc. Ci. Nat.* 3: 9-287.
- GARCÍA-BONA, L.M. (1998). *Setas y hongos de Navarra I*. Ed. Diario de Navarra. Pamplona.
- GARCÍA-BONA, L.M. (s. d.). <http://guiahongosnavarra1garcia bona.blogspot.com/> [consultada el 29 de enero de 2021].
- GENBANK (s. d.). www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide/ [consultada el 10 de marzo de 2021].
- HEYKOOOP, M. & F. ESTEVE-RAVENTÓS (1994). El género *Psathyrella* (Fr.) Quélet en España. I (Especies recolectadas en Guadalajara). *Bol. Soc. Micol. Madrid* 19: 37-57.



- HEYKOOP, M., G. MORENO, P. ALVARADO & F. ESTEVE-RAVENTÓS (2017). El género *Psathyrella* (Fr.) Quél. s.l. en España. VI. Especies nuevas o raras y reevaluación de otras. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 41: 71-98.
- INDEX FUNGORUM (s. d.). www.indexfungorum.org [consultada el 30 de enero de 2021].
- KITS VAN WAVEREN, E. (1972). Notes on the genus *Psathyrella* III. Unorthodox approach and key to section *Atomatae*. *Persoonia* 7: 23-54.
- KITS VAN WAVEREN, E. (1977). Notes on the genus *Psathyrella* VI. Four controversial species of *Psathyrella*: *P. fibrillosa*, *P. frustulenta*, *P. clivensis*, and *P. obtusata*. *Persoonia* 9: 281-304.
- KITS VAN WAVEREN, E. (1985). The dutch, french and british species of *Psathyrella*. *Persoonia* Suppl. 2: 1-300.
- KONRAD, R. & A. MAUBLANC (1929). *Icones selectae Fungorum*. Vol. 1. Ed. Paul Lechevalier. Paris.
- KÜHNER, R. & H. ROMAGNESI (1953). *Flore analytique des champignons supérieurs*. Ed. Masson. Paris.
- KUMMER, P. (1871). *Führer in die Pilzkunde*. Verlag von C. Luppe's Buchhandlung. Zerbst.
- KUNTZE, O. (1898). *Revisio Generum Plantarum* 3. Arthur Felix. Leipzig.
- LANGE, J.E. (1939). *Flora Agaricina Danica* 4. Ed. Recato. Copenhagen.
- LARSSON, E. & L. ÖRSTADIUS (2008). Fourteen coprophilous species of *Psathyrella* identified in the Nordic countries using morphology and nuclear rDNA sequence data. *Mycol. Res.* 112: 1165-1185.
- LÉCURU, C., R. COURTECUISSÉ & P.A. MOREAU (2019). *Index Fungorum* 384: 2.
- LEGON, N.W. & A. HENRICI (2005). *Checklist of the British and Irish Basidiomycota*. Royal Botanic Gardens. Kew.
- LUDWIG, E. (2007). *Pilzkompedium* 2. Ed. Fungicon. Berlin.
- MAIRE, J.C., P.A. MOREAU & G. ROBICH (2009). *Compléments à la Flore des champignons supérieurs du Maroc de G. Malençon et R. Bertault*. Confédération Européenne de Mycologie Méditerranéenne. Nice.
- MALENÇON, G. & R. BERTAULT (1970). *Flore des Champignons Supérieurs du Maroc*, Tome 1. Faculté des Sciences. Rabat.
- MELZER, A. (s. d.). *The genus Psathyrella in Europe*. www.vielepilze.de/selten/psat/epsat.html [última consulta el 16 de diciembre de 2019].
- MOSER, M. (1980). *Guida alla determinazione dei funghi 1. Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales*. Ed. Saturnia. Trento.
- MUÑOZ, G. & A. CABALLERO (2012). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 37-74.
- MUÑOZ, G. & A. CABALLERO (2013). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* (incluidos taxones ahora transferidos a los géneros *Coprinopsis* y *Parasola*) en la Península Ibérica (II). *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 17-46.
- MUÑOZ, G. & L. SÁNCHEZ (2018). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (IV). *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 41-59.
- MUÑOZ, G. (2019). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (V). *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 11-28.
- MUÑOZ, G. & D. DESCHUYTENEER (2020). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (VII): *Psathyrella romagnesii*, primera cita. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 41-46.
- MUSHROOM OBSERVER (s. d.). <https://mushroomobserver.org/> [última consulta el 2 de febrero de 2021].
- NAGY L.G., S. KOSUBÉ, T. PAPP & C. VÁGVÖLGYI (2009). Phylogeny and character evolution of the coprinoid mushroom genus *Parasola* as inferred from LSU and ITS nrDNA sequence data. *Persoonia* 22: 28-37.
- NAGY L.G., A. URBAN, L. ÖRSTADIUS, T. PAPP, E. LARSSON & C. VÁGVÖLGYI (2010). The evolution of autodigestion in the mushroom family *Psathyrellaceae* (Agaricales) inferred with Maximum Likelihood and Bayesian methods. *Mol. Phylogenet. Evol.* 57: 1037-1048.
- NAGY L.G., G. WALTHER, J. HÁZI, C. VÁGVÖLGYI & T. PAPP (2011). Understanding the evolutionary processes of fungal fruiting bodies: correlated evolution and divergence times in the *Psathyrellaceae*. *Syst. Biol.* 60: 303-317.
- NAGY L.G., C. VÁGVÖLGYI & T. PAPP (2013). Morphological characterization of clades of the *Psathyrellaceae* (Agaricales) inferred from a multigene phylogeny. *Mycol. Progress* 12: 505-517.
- ÖRSTADIUS, L. (1992). On the interpretation of *Psathyrella murcida* and *P. fusca*. *Persoonia* 14: 543-546.
- ÖRSTADIUS, L. (2001). *Psathyrella spadicea* – taxonomy and nomenclature. *Windahlia* 24: 19-24.
- ÖRSTADIUS, L. & H. KNUDSEN (2008). *Psathyrella* (Fr.) Quél.: 586-623. In: KNUDSEN, H. & J. VESTERHOL (eds.). *Funga Nordica*. Nordsvamp. Copenhagen.
- ÖRSTADIUS, L., M. RYBERG & E. LARSSON (2015). Molecular phylogenetics and taxonomy in *Psathyrellaceae* (Agaricales) with focus on *psa-*



- thyrelloid species: introduction of three new genera and 18 new species. *Mycol. Progress* 14: 25.
- ORTEGA, A., F. ESTEVE-RAVENTÓS, E. HORAK & G. MORENO (1996). Aportación al catálogo de los macromicetos del área potencial del *Abies* pin-sapo en España. *Bol. Micol. Soc. Madrid* 24: 82-91.
- ORTON, P.D. (1960). New check list of British Agarics and Boleti. Part III. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 43(2): 378.
- PADAMSEE M., P.B. MATHENY, B.T. DENTINGER & D.J. McLAUGHLIN (2008). The mushroom family Psathyrellaceae: evidence for large-scale polyphyly of the genus *Psathyrella*. *Mol. Phylogenet. Evol.* 46: 415-429.
- QUÉLET, L. (1886). *Enchiridion fungorum in Europa media et praesertim in Gallia vigentium*. Ed. O. Doin. Lutetiae.
- RICKEN, A. (1915). *Die Blätterpilze (Agaricaceae)*. Theodor Oswald Weigel. Leipzig.
- RODRÍGUEZ-VÁZQUEZ, J. & M.L. CASTRO (2016). *Micobiota galega, 1867-2015 (Ascomycota, Basidiomycota)*. Documento preliminar para a base de datos micológica galega MICBIOTAGALICIA.MDB. Ed. Grupo Micológico Galego. Vigo.
- ROMAGNESI, H. (1944). Classification du genre *Drosophila* Quélet. *Bull. Mens. Soc. Linn. Lyon* 13: 51-54.
- ROMAGNESI, H. (1952). Species et formae ex genere *Drosophila* Quélet. *Bull. Mens. Soc. Linn. Soc. Bot. Lyon* 21: 151-156.
- ROMAGNESI, H. (1975). Description de quelques espèces de *Drosophila* Quélet. (*Psathyrella* ss. dilat.) complément à la contribution de l'étude du genre *Psathyrella* (Fr.) Quélet. (Agaricales) par Mme. M.-C. Galland. *Bull. Trim. Soc. Mycol. Fr.* 91: 137-224.
- ROMAGNESI, H. (1982). Études complémentaires de quelques espèces de *Psathyrella* ss. lato (*Drosophila* Quélet). *Bull. Soc. Mycol. France* 98: 5-68.
- RUBIO, E., A. SUÁREZ, M.A. MIRANDA, & J. LINDE (2005). *Catálogo provisional de los macromicetos (setas) de Asturias*. Avilés. <https://www.asturnatura.com/articulos/revista/catalogohongosast.pdf>
- SCOPOLI, G.A. (1772). *Flora Carniolica* II. Impensis Joannis Pauli Krauss. Wien.
- SCHAEFFER, J.B. (1762). *Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonam nascuntur icones nativis coloribus expressae* 1. Ed. Erlangae Apud J.J. Palmium, 1800. Ratisbona.
- SCHAEFFER, J.B. (1774). *Fungorum qui in Bavaria et Palatinatu circa Ratisbonam nascuntur icones nativis coloribus expressae* 4. Ed. Erlangae Apud J.J. Palmium, 1800. Ratisbona.
- SCHRÖTER, J. (1889). *Kryptogamen-Flora von Schlesien*. J.U. Kern's Verlag. Breslau.
- SINGER, R. (1936). Das System der Agaricales. *Annls. Mycol.* 34: 286-378.
- SINGER, R. (1962). *The Agaricales in modern taxonomy*. Second edition. J. Cramer. Weinheim.
- SIQUIER, J.L. & J.C. SALOM (2013). *Catálogo de Hongos y Mixomicetos de las Islas Baleares*. Ed. Micobalea.
- SMITH, A.H. (1972). The North American species of *Psathyrella*. *Mem. New York Bot. Gard.* 24: 1-633.
- TASSI, G. (1997). Espèces rares ou intéressantes du genre *Psathyrella* (Fr.) Quélet. *Bull. Soc. Mycol. France* 116: 343-384.
- TURLAND, N.J., J.H. WIERSEMA, F.R. BARRIE, W. GREUTER, D.L. HAWKSWORTH, P.S. HERENDEEN, S. KNAPP, W.H. KUSBER, D.-Z. LI, K. MARHOLD, T.W. MAY, J. MCNEILL, A.M. MONRO, J. PRADO, M.J. PRICE & G.F. SMITH (2018). *International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Shenzhen Code) adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017*. Koeltz Botanical Books. Glashütten. 254 pp.
- VASUTOVÁ, M. (2006). Preliminary checklist on the genus *Psathyrella* in the Czech Republic and Slovakia. *Czech Mycol.* 58: 1-29.
- VASUTOVÁ, M. (2008). Taxonomic studies in *Psathyrella* sect. *Spadiceae*. *Czech Mycol.* 60(2): 137-171.
- VASUTOVÁ, M., V. ANTONÍN, & A. URBAN (2008). Phylogenetic studies in *Psathyrella* focusing on sections *Pennatae* and *Spadiceae* - new evidence for the paraphyly of the genus. *Mycol. Res.* 112(10): 1153-1164.
- VIDAL, J.M., M.À. PÉREZ-DE-GREGORIO & J. CARBÓ (2003). *Estudi dels macromicets del PNZVG*. Beca Oriol de Bolòs de Ciències Naturals 1999.
- VIDAL, J.M., M.À. PÉREZ-DE-GREGORIO & J. CARBÓ (2009). Estudi dels macromicets associats amb fagàcies i betulàcies dins les àrees de substrat d'origen volcànic del Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. *Annals C.E.M.M.* 2007: 61-84.
- VOTO, P. (2008). Una especie interesante: *Psathyrella fagetophila*. *Riv. Micol.* 51: 245-252.
- VOTO, P., F. DOVANA & M. GARBELOTTO (2019). A revision of the genus *Psathyrella*, with a focus on subsection *Spadiceogriseae*. *Fungal Systematics and Evolution* 4: 97-170.
- WÄCHTER, D. & A. MELZER (2020). Proposal for a subdivision of the family Psathyrellaceae based on a taxon-rich phylogenetic analysis with iterative multigene guide tree. *Mycol. Progress* 19: 1151-1265.



Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (IX): *Psathyrella magnispora*

MUÑOZ, G.¹, D. DESCHUYTENEER² & J. GUINBERTEAU³

¹Avda. Valvanera 32, 5.ª dcha. 26500 Calahorra, La Rioja, España. E-mail: guillermomunoz1981@gmail.com

²Spreeuwenhoek 12. 1820, Perk, Brabant, Belgium. E-mail: danieldeschuyteneer@gmail.com

³Rue Pierre Chaumaure 9, F-05200, Puy-Sanieres, Le Bas Pibou, France. E-mail: Jacques.guinberteaud@orange.fr

Resumen: MUÑOZ, G., D. DESCHUYTENEER & J. GUINBERTEAU (2021). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (IX): *Psathyrella magnispora*. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 41-50. Se describe e iconografía macro y microscópicamente *Psathyrella magnispora* Heykoop & G. Moreno a partir de una colección francesa y otra española, siendo esta última, según nuestros datos, la primera referencia para la Península Ibérica tras las publicadas en la descripción original. Se aporta también información sobre corología, características morfológicas, datos moleculares y taxones similares. Así mismo, se exponen los datos más relevantes descritos en la literatura sobre esta especie hasta la fecha.

Palabras clave: *Psathyrella*, taxonomía, corología, Península Ibérica.

Summary: MUÑOZ, G., D. DESCHUYTENEER & J. GUINBERTEAU (2021). Contribution to the knowledge of the genus *Psathyrella* in the Iberian Peninsula (IX): *Psathyrella magnispora*. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 41-50. *Psathyrella magnispora* Heykoop & G. Moreno is macro- and microscopically described from French and Spanish collections, the latter being according to our data, the first reference for the Iberian Peninsula after those published in the original diagnosis. Information on chorology, nomenclature, morphological features, molecular data and close taxa is also provided. Likewise, we review an updated list of the most relevant data on the literature.

Key words: *Psathyrella*, taxonomy, chorology, Iberian Peninsula.

INTRODUCCIÓN

En esta ocasión, siguiendo la línea de otros dos trabajos anteriores (MUÑOZ & ROJO, 2017; MUÑOZ & DESCHUYTENEER, 2020), presentamos una especie que, por su rareza, creemos que requiere ser tratada de forma exclusiva. Se trata de *Psathyrella magnispora* Heykoop & G. Moreno, una especie muy rara que muestra una clara apetencia por los terrenos calizos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las colecciones estudiadas han sido fotografiadas macroscópicamente "in situ" con una cámara digital Nikon D50 (por G. Muñoz) y una cámara digital Olympus híbrida OM5 MarkII con objetivo intercambiable Pro 12-40 mm (por J. Guinberteaud), usando trípode y luz natural. Una vez en el laboratorio, a cada recolecta se le ha asignado un número de herbario, que coincide con el número de imagen correspondiente. Las descripciones macroscópicas están basadas en el material fres-

co, que posteriormente se ha deshidratado para su conservación en herbario. Para la realización de las preparaciones microscópicas se han empleado agua, rojo Congo amoniacal, amoniaco (NH₃) al 10% y potasa (KOH) al 5%. Para las observaciones microscópicas y sus correspondientes descripciones, se ha utilizado un microscopio óptico Motic BA300 con cámara microfotográfica Moticam (por G. Muñoz) y un microscopio triocular Nikon Eclipse 200 con una cámara Canon EOS 80D (por D. Deschuyteneer), ambos conectados a un ordenador personal. Posteriormente, las imágenes tomadas han sido tratadas con un programa informático para imágenes (Adobe Photoshop). Las descripciones, tanto macroscópicas como microscópicas, son siempre las observadas por los autores en las colecciones estudiadas, siendo en el apartado de comentarios en el que estas descripciones, medidas, etc., son comparadas con datos obtenidos de la bibliografía. El material ha sido depositado en el herbario particular de los autores, indicado aquí como GM (en G. Muñoz), DD



(en D. Deschuyteneer) y JG (en J. Guinberteau). Las secuencias ITS de ambas colecciones se han depositado en Genbank (GENBANK, s. d.). Para la nomenclatura de los autores se ha seguido la propuesta en la web de INDEX FUNGORUM (s. d.) en Authors of Fungal Names.

RESULTADOS

Psathyrella magnispora Heykoop & G. Moreno, *Z. Mykol.* 67: 56 (2001). (Figs 1-7).

= *Psathyrella mesobromionis* Arnolds, *Fungi Non Delineati* 26: 66 (2003).

Material estudiado: ESPAÑA, LA RIOJA: Zarzosa, 42° 10' 55" N - 2° 19' 15" W, 978 m, varios ejemplares creciendo directamente de la tierra en encinar calizo, 01-XI-2019, *leg.* J.M. Galardi, A. Palazón, A. Ruiz & G. Muñoz, GM3492. GenBank: MW721230. FRANCIA, BORGOÑA-FRANCO CONDADO, entre Vantavon y Savournon, 44° 24' 13" N - 5° 50' 47" E, 860 m, Bosque de la Faye, en dirección al alto de la Faye, varios ejemplares en un bosque aclarado de *Quercus pubescens* en terreno calizo con predominio de *Bromus erectus* en el suelo, 15-XI-2018, *leg.* J. Guinberteau, JG18111501 (duplicados in DD y GM). GenBank: MW628492.

Descripción macroscópica

Píleo de 0,5 a 2,5(-3) cm de diámetro, primero cónico o acampanado, luego convexo, a veces levemente umbonado; cutícula higroscópica, lisa, de color avellana, marrón castaño o marrón grisáceo cuando húmedo, con tonos rojizos en la madurez, pardo apagado al ir deshidratándose; margen no estriado, por largo tiempo liso y regular, pero, al madurar, muestra tendencia a ser festoneado-crenulado o, incluso, levemente plisado debido a la presión de las láminas subyacentes; velo general presente aunque poco espeso y lábil, a modo de fibrillas blanquecinas que, en ejemplares jóvenes, unen el margen del píleo con el estípite, quedando posteriormente adheridas a la zona marginal o antimarginal del píleo y a la mitad inferior del estípite. Láminas de adherentes a subdecurrentes, relativamente separadas, anchas (0,5-0,7 cm), ventrudas, sobrepasando el margen del sombrero, con lamélulas intercaladas, primero grisáceas, después marrones, al final negruzcas, en ocasiones con reflejos liláceos; arista entera o ligeramente fimbriada, blanquecina. Esporada negruzca. Estípite de 2-4,5 × 0,1-0,4 cm, cilíndrico, con la base ligeramente engrosada, hueco, liso o finamente pruinoso en el ápice, levemente fibrilloso en el tercio inferior (debido a los restos de velo), blanquecino o pardo apagado. Carne muy escasa y frágil, de color blanquecino o pardo claro; olor y sabor no significativos.



Fig. 1. Carrascal calizo, lugar donde se encontró la colección GM3492. Foto: R. Muñoz.



Fig. 2. *Psathyrella magnispora*. GM3492. Basidiomas. Foto: G. Muñoz.



Fig. 3. *Psathyrella magnispora*. JG18111501. Basidiomas. Foto: J. Guinberteau.

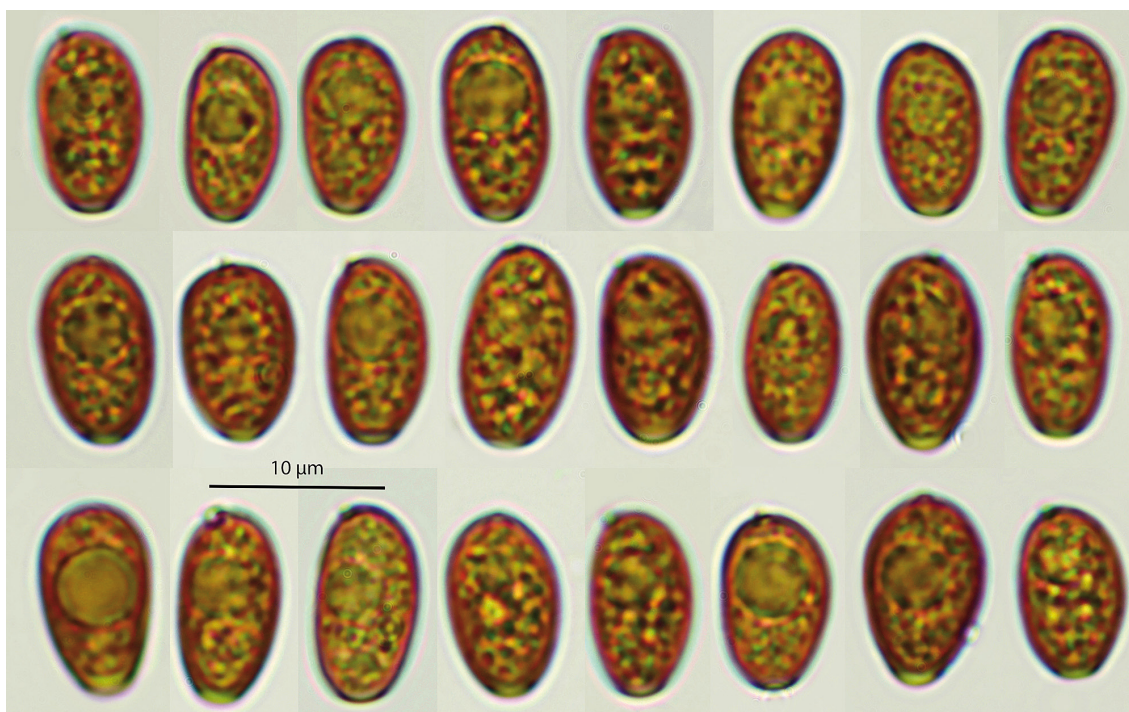


Fig. 4. *Psathyrella magnispora*. JG18111501. Basidiosporas. Foto: D. Deschuyteneer.

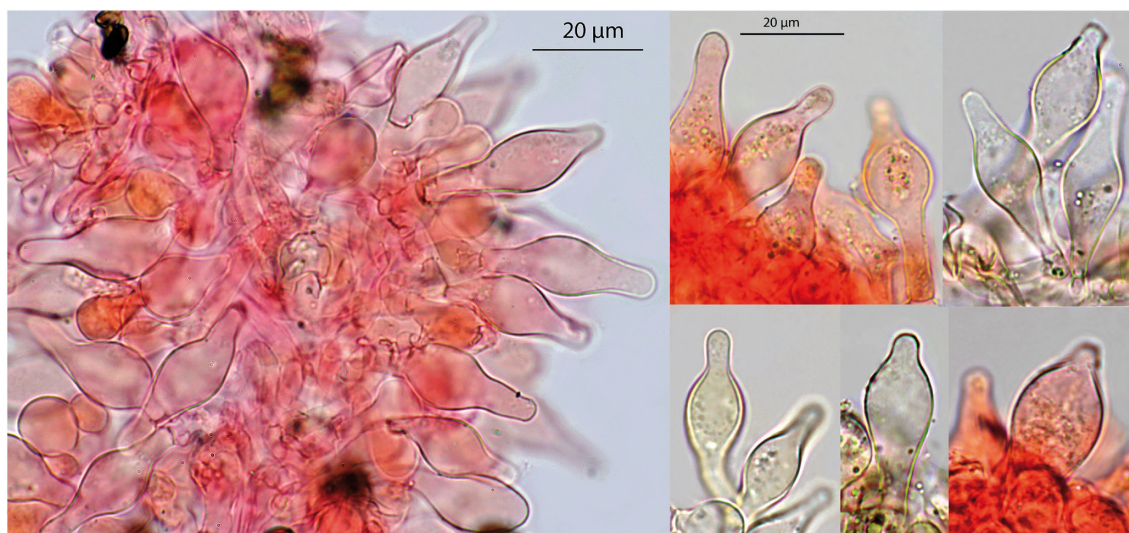


Fig. 5. *Psathyrella magnispora*. JG18111501. Arista laminar. Foto: D. Deschuyteneer.

Descripción microscópica

Basidiosporas de $9,6-10,6-11,6 \times 5,5-6,3-7,2 \mu\text{m}$, $Q_{\text{esp.}} = 1,4-1,7-1,9$, lisas, no opacas, de color marrón rojizo en agua, marrón anaranjado en amoníaco y marrón oscuro en KOH, elipsoides, ovoides, oblongas en visión frontal, asimétricas o amigdaliformes en visión lateral, a menudo con

una gran gútula central, contenido granular y poro germinativo central bien visible, a veces haciendo protrusión en el ápice. Basidios hialinos, claviformes, tetraspóricos, de $36-44 \times 19-23 \mu\text{m}$. Arista laminar estéril, ocupada por abundantes queilocistidios que, en ocasiones, están tapizados por gotas mucoides, de $24-38 \times 8-12 \mu\text{m}$, lageniformes,

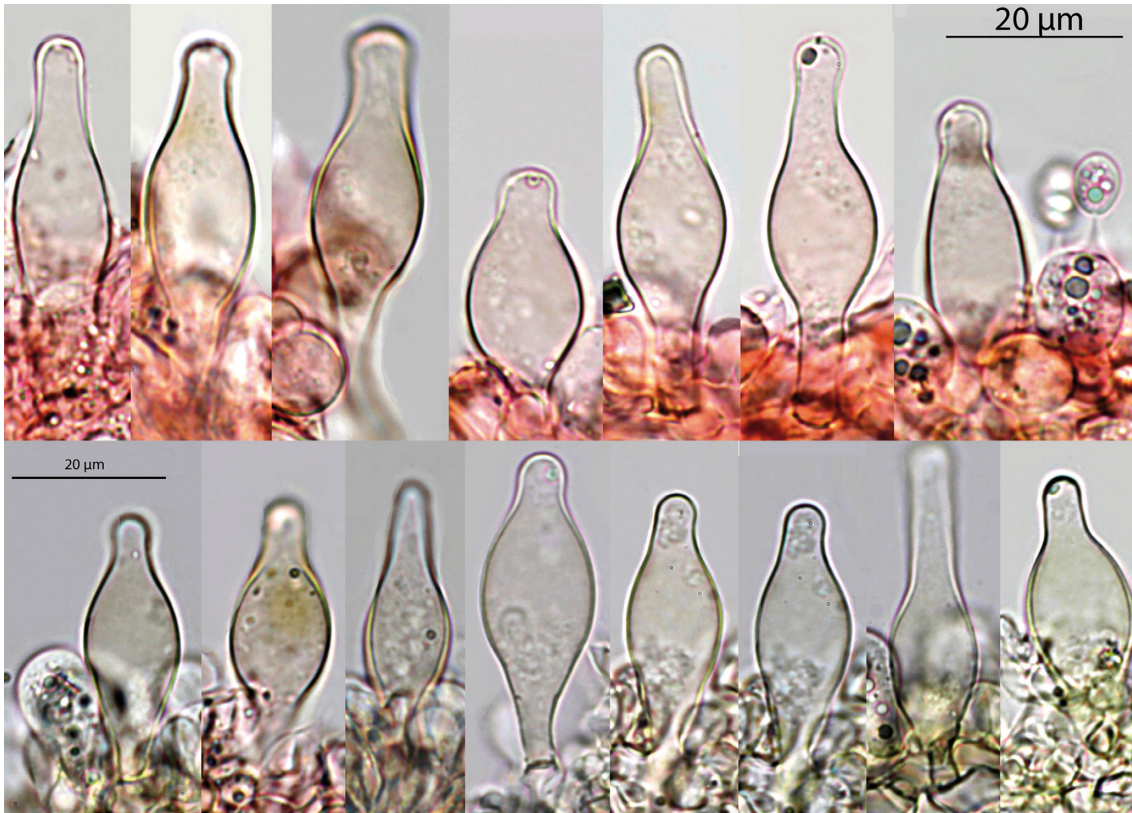


Fig. 6. *Psathyrella magnispora*. JG18111501. Pleurocistidios. Foto: D. Deschuyteneer.

sublageniformes, algunos cortos y utrifformes, generalmente ventrudos, con un cuello corto o largo y flexuoso, ápice obtuso o subagudo, raramente bifurcado, con paredes finas y, a veces, levemente engrosadas, con una ligera pigmentación amarillenta en algunos de ellos; se entremezclan con algunos paracistidios claviformes o esferopedunculados, escasos, ocultos entre los queilocistidios, más frecuentes en la zona próxima al margen del píleo. Pleurocistidios de $35\text{-}54 \times 10\text{-}14 \mu\text{m}$, desde escasos a frecuentes, de forma similar a los queilocistidios, aunque se observa en una de las colecciones, un engrosamiento patente de la pared de algunos de ellos, así como un contenido intracelular de color marrón verdoso. Pileipellis himeniforme formada por 2 o 3 capas de elementos globosos o subglobosos. Caulipellis con presencia de numerosos caulocistidios lageniformes o sublageniformes, acompañados de algunos paracaulocistidios. Fíbulas presentes en todas las estructuras.

Comentarios

Especie muy rara, que posiblemente haya pasado desapercibida y/o se haya confundido con otras, descrita originalmente en la Península Ibérica en Guadalajara (HEYKOOP & MORENO, 2001), a partir de varias recolectas realizadas entre los años 1988 y 1999. Según nuestros registros, la colección riojana que aquí presentamos es la primera para la Península tras las de la publicación original. En HEYKOOP & *al.* (2017) indican que también está presente en Madrid, aunque sin aportar más información y no encontramos el documento donde se publica esa cita. En el resto de Europa también es una especie muy rara, habiéndose referenciado en Hungría (NAGY & *al.*, 2010), Alemania (MELZER, 2011, s. d.) y Austria (ÖRSTADIUS & *al.*, 2015). No se conocen citas en otros continentes.

En la descripción original se asocia siempre a terrenos calizos, en bosque mediterráneo de *Quercus ilex* subsp. *ballota* y *Quercus faginea*; en una de las colecciones indican que crecía, además, entre

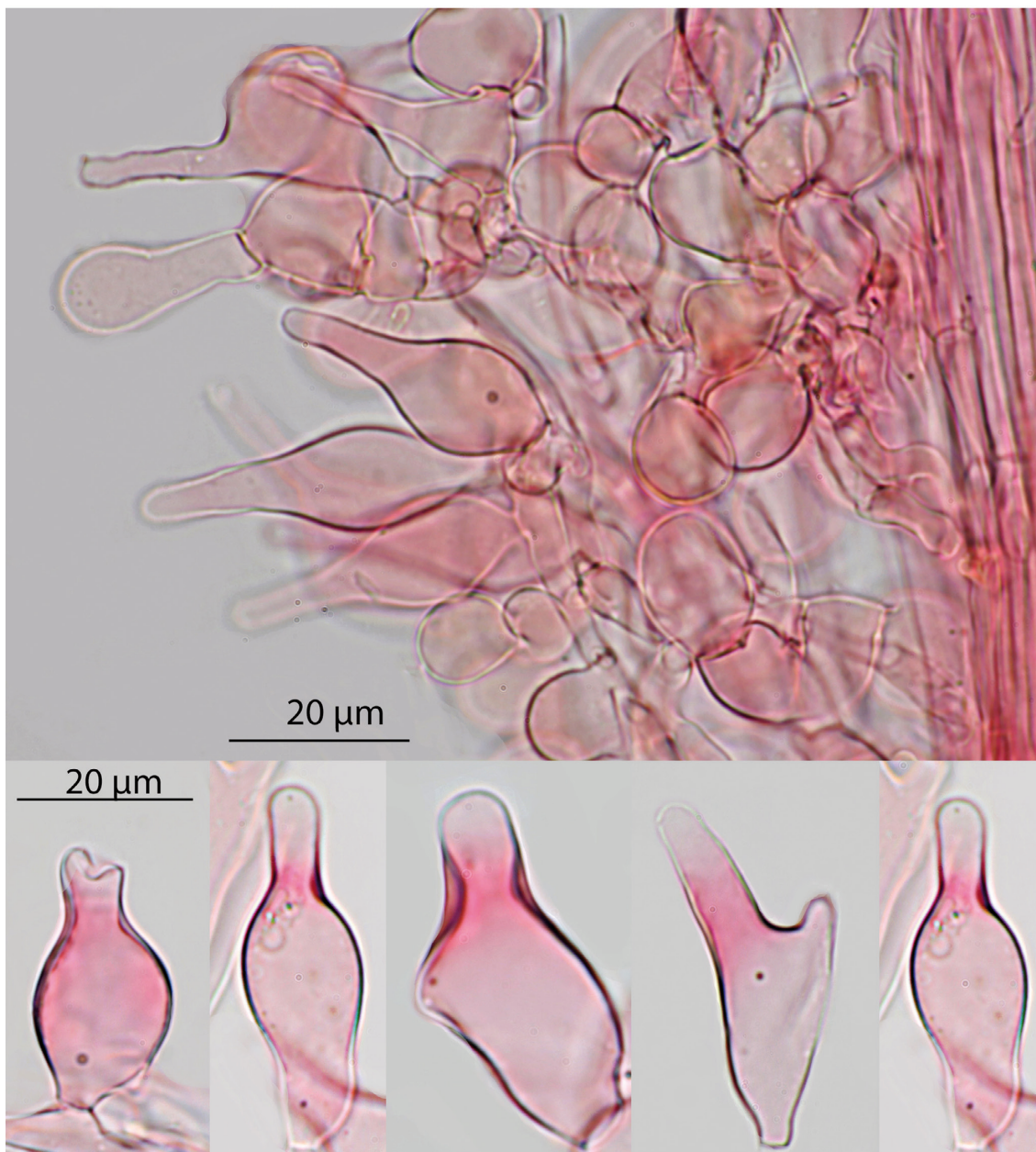


Fig. 7. *Psathyrella magnispora*. JG18111501. Caulocistidios. Foto: D. Deschuyteneer.

Koeleria vallesiana. Nuestra colección española encaja a la perfección con este tipo de hábitat ya que se encontró entre la hierba de un encinar calizo, creciendo varios ejemplares directamente de la tierra. La colección francesa también se halló en un terreno calizo, en un bosque aclarado de *Quercus pubescens* con predominio de *Bromus erectus* en el suelo.

La iconografía de esta especie es muy escasa, solo encontramos imágenes en la descripción original (HEYKOOOP & MORENO, 2001) y en MELZER (2011, s. d.); también aparece dibujada en ARNOLDS (2003) y LUDWIG (2007), aunque como *Psathyrella mesobromionis* Arnolds (ver comentarios más adelante). Hay que reseñar que no aparece en las claves de ÖRSTADIUS & KNUDSEN



Colección	Medidas esporales (µm)	Qesp.
GM3492 (N = 98)	9,2-10,2-11,2 x 5,2-5,8-6,4	1,6-1,8-2
DD, esporada 1 (N = 97)	9,5-10,6-11,7 x 5,6-6,4-7,3	1,4-1,7-1,9
DD, esporada 2 (N = 100)	9,8-10,6-11,5 x 5,7-6,4-7,1	1,5-1,7-1,8
Heykoop & Moreno, AH24930 (N = 21)	9,5-10,45-11,8(-12) x 6,5-7,19-7,8(-8)	1,33-1,45-1,61(-1,64)
Heykoop & Moreno, AH24929 (N = 21)	9,5-10,24-11,4(-11,5) x 7-7,26-7,9(-8)	1,25-1,41-1,57
Heykoop & Moreno, AH13769 (N = 22)	10-10,9-11,5 x 7-7,07-7,4(-7,5)	1,43-1,54-1,64
Heykoop & Moreno, AH13770 (N = 23)	(8,5-)-9-9,52-10,5 x 7-7,04-7,3(-7,5)	1,27-1,35-1,43
Melzer (2011)	9,5-12,5 x 5,5-7(-7,5)	1,58-1,79
Melzer (s.d.)	9-13(-14) x 5,5-7(-7,5)	1,35-1,82
Arnolds (2003)	(9-)-9,5-12,5(-14) x (5,5-)-6-7,5	1,45-1,9
Ludwig (2007)	9-12 x 5,5-7	no reflejado

Fig. 8. Medidas esporales de las diferentes colecciones de *P. magnispora*.

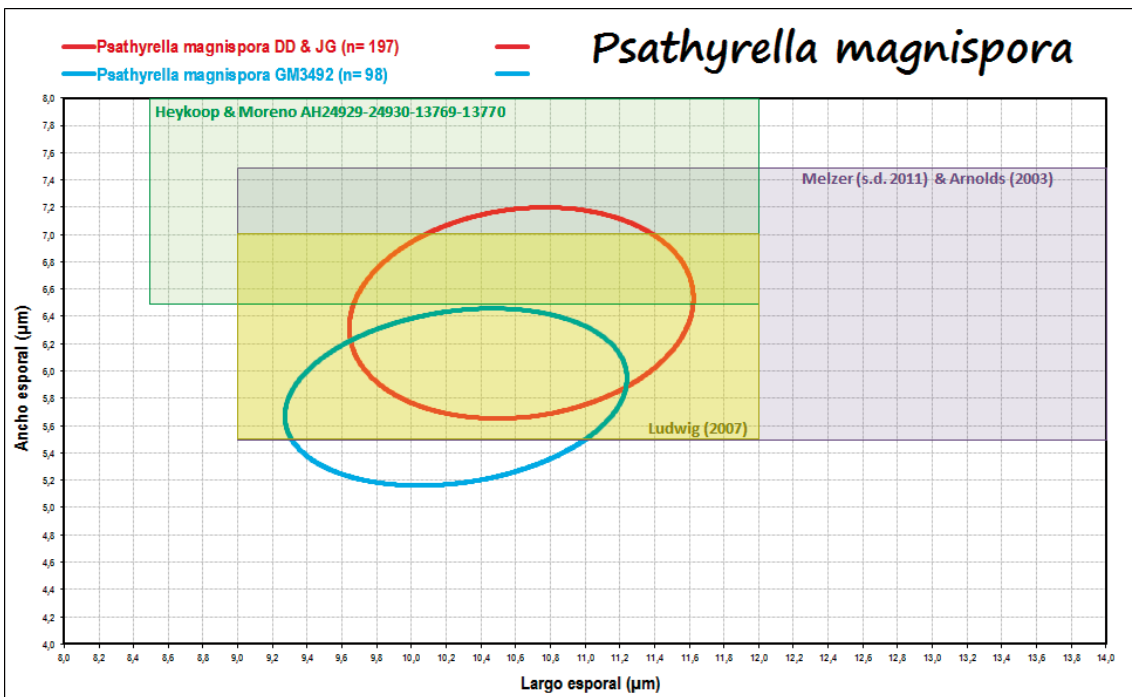


Fig. 9. Comparación entre las elipses de isoprobabilidad de las colecciones estudiadas (DD & JG y GM3492) y el rango esporal publicado por los diferentes autores. Las elipses representan el lugar geométrico de las mediciones de las esporas con una probabilidad del 90%. Los rectángulos son los límites indicados en la bibliografía consultada (rangos esporales de esos trabajos); de éstos se han consolidado como un solo rectángulo dos de ellos (MELZER [s. d., 2011] y ARNOLDS [2003]) porque publicaron rangos idénticos. Elaboración: A. Meléndez.

(2008), una de las publicaciones más importantes que se han hecho en los últimos años sobre el género. Sí que se nombra y aparece en los árboles filogenéticos de algunos de los últimos trabajos publicados, pero sin aportar nuevas citas ni descripciones (ÖRSTADIUS & *a/.*, 2015; WÄCHTER & MELZER, 2020).

Aparte del hábitat, que puede ser útil para la identificación, este taxón se caracteriza por el tamaño pequeño o mediano de los basidiomas, el píleo siempre de color marrón, aunque de tonalidad variable, el velo escaso a modo de fibrillas blanquecinas adheridas al margen del píleo y a la porción inferior del pie, las láminas ventrudas, re-



lativamente separadas y de color grisáceo y el pie blanquecino. Microscópicamente se caracteriza por las esporas pequeñas, elipsoides u ovoides, con contenido granular y poro germinativo bien visible y los cistidios lageniformes, sublageniformes, algunos cortos y utriformes, de cuello corto o largo y flexuoso, con el ápice obtuso. Nuestras colecciones se ajustan bien a la descripción original, aunque debemos hacer algunas consideraciones:

-La *Q* esporal está llamativamente encajada en la zona baja del rango de cocientes esporales en las recolectas de HEYKOOP & MORENO (2001), ya que oscila entre 1,35 y 1,55, mientras que en las nuestras y en las del resto de la bibliografía oscila entre 1,4 y 1,9. En la Fig. 8 reflejamos las medidas de nuestras colecciones y, además, las indicadas por los diferentes autores; posteriormente son comparadas en un diagrama de elipses esporales de isoprobabilidad (Fig. 9); se puede observar cómo las medidas dadas por los diversos autores encajan bastante bien con nuestras mediciones, exceptuando las de la diagnosis original.

-En la descripción original se indica que el poro germinativo es muy pequeño o indistinguible pero, en nuestras dos colecciones, coincidiendo con ARNOLDS (2003), LUDWIG (2007) y MELZER (2011; s. d.), hemos podido observar que éste era patente.

-Los autores de la descripción original refieren que algunos queilocistidios poseen una pared gruesa (hasta de 2 μ m) y que está pigmentada de amarillento o verdoso al observarse con amoníaco al 10%. En nuestras dos colecciones se veía una pared sólo ligeramente engrosada y la coloración parietal era muy débil. Según MELZER (2011) esta característica sólo se aprecia en ejemplares muy maduros.

-La coloración de algunos pleurocistidios la hemos observado en la colección francesa pero no en la española; tampoco se indica en la descripción de ARNOLDS (2003).

Debe distinguirse de otras especies similares, entre las que destacamos *Psathyrella calcarea* (Romagn.) M.M. Moser, con esporas mucho mayores y más oscuras; *Psathyrella complutensis* Heykoop & G. Moreno y *Psathyrella effibulata* Örstadius & E. Ludw., ambas sin pleurocistidios y sin fíbulas (MUÑOZ & al., 2020); *Psathyrella dicrani* (A.E. Jansen) Kits. Van Wav., con cistidios más largos y de

ápice agudo; *Psathyrella fulvescens* (Romagn.) M.M. Moser ex A.H. Sm., con esporas menores; *Psathyrella noli-tangere* (Fr.) A. Pearson & Dennis, con esporas de menor tamaño y cistidios predominantemente utriformes; *Psathyrella panaeoloides* (Maire) Arnolds, con esporas de contorno tronco-cónico y cistidios también predominantemente utriformes; *Psathyrella rubiginosa* A.H. Sm., con coloración más rojiza, esporas menores y cistidios utriformes; y *Psathyrella thujina* A.H. Sm., de mayor tamaño, generalmente con velo más desarrollado, cistidios utriformes y hábitat sobre restos herbáceos en zonas húmedas. *Psathyrella mesobromionis*, especie descrita por ARNOLDS (2003) y también reflejada posteriormente por LUDWIG (2007), es coespecífica de *P. magnispora*, tras la secuenciación de los holotipos de ambos taxones (ÖRSTADIUS & al., 2015); además, revisando la descripción de ARNOLDS (2003), ésta es totalmente compatible con *P. magnispora*. Por tanto, debemos indicar que *P. magnispora* ha sido también citada en Países Bajos (ARNOLDS, 2003) y, de nuevo, en Alemania (LUDWIG, 2007) con el nombre de *P. mesobromionis*.

Según la sistemática clásica, la especie no tiene una clara integración en las secciones establecidas en KITS VAN WAVEREN (1985). HEYKOOP & MORENO (2001) explican que podría tener una posición intermedia entre *P.* subg. *Psathyra* (Fr.) Singer ex Kits van Wav. y *P.* (Fr.) Qué. subg. *Psathyrella*, aunque se decantan más por el primero, barajando su integración en *P.* sect. *Pennatae* Romagn. ex Romagn. emend. D. Wächt. & A. Melzer o en las subsecciones *P.* subsect. *Spadiceogriseae* Kits van Wav. o *P.* subsect. *Lutenses* Kits van Wav. ARNOLDS (2003), al tratar *P. mesobromionis*, curiosamente también indica que puede pertenecer a ambos subgéneros, proponiendo *P.* sect. *Pennatae* si pertenece a *P.* subg. *Psathyra* y *P.* sect. *Atomatae* Romagn. ex Singer si lo hace a *P.* subg. *Psathyrella*. Finalmente, termina incluyéndola en *P.* sect. *Pennatae* porque *P.* sect. *Atomatae* engloba especies de menor tamaño y con esporas más grandes. Nosotros, de acuerdo con la diagnosis original, pensamos que la sección en la que mejor se integra es *P.* sect. *Spadiceogriseae* y, dentro de esta, en *P.* subsect. *Lutenses*.



Tras los estudios moleculares llevados a cabo por ÖRSTADIUS & al. (2015), se ha visto que forma un clado independiente dentro del género *Psathyrella* (Fr.) Quéél., algo que también se evidencia en la filogenia realizada por HEYKOOOP & al. (2017). No obstante, en WÄCHTER & MELZER (2020) se incluye de forma sorprendente en *P. sect. Pseudostropharia* A.H. Sm., con unos caracteres que no se corresponden en absoluto con *P. magnispora*, ya que si leemos la descripción de *P. sect. Pseudostropharia* ("Basidiomata medium-sized to large, lignicolous or terrestrial. Veil moderately to strongly developed, sometimes forming an annulus on the stipe. Spores medium to large-sized, pale or dark, germ pore small to indistinct. Basidia 4-spored. Marginal cells of the lamellar edge lageniform, utriform, rarely clavate. Pleurocystidia similar to the cheilocystidia. Clamps present"), observamos que *P. magnispora* es llamativamente diferente. De hecho, siempre según la propuesta de WÄCHTER & MELZER (2020), compartiría sección con otras dos especies, *Psathyrella cotonea* (Quéél.) Konrad & Maubl. y *Psathyrella caput-medusae* (Fr.) Konrad & Maubl., muy distintas de aspecto. Nos encontramos, de nuevo, con un caso de discordancia entre los estudios genéticos realizados por los autores alemanes y la morfología; creemos que ésta no debería ser resuelta exclusivamente por criterios filogenéticos.

AGRADECIMIENTOS

A R. Muñoz, por la realización de la foto del hábitat de la colección riojana. A A. Meléndez, por su ayuda en la elaboración del diagrama de elipses de isoprobabilidad y por la revisión del texto. A L. Rubio, por su ayuda en la resolución de algunas dudas, especialmente en lo que respecta al hábitat de las recolectas. A I. Olariaga, por su ayuda para subir una de las secuencias genéticas a GenBank. A los amigos y micólogos A. Ruiz, A. Palazón y J.M. Galardi, por su ayuda en la localización de los ejemplares de la colección riojana.

REFERENCIAS

- ARNOLDS, E. (2003). Rare and interesting species of *Psathyrella*. *Fungi non delineati* XXVI. Ed. Candusso. Alassio.
- GENBANK (s. d.). www.ncbi.nlm.nih.gov/nucleotide [consultada el 20 de febrero de 2021].
- HEYKOOOP, M. & G. MORENO (2001). Studies in the genus *Psathyrella* in Spain. III. *Psathyrella magnispora*, a new species in subsection *Lutenses*. *Z. Mykol.* 67: 55-62.
- HEYKOOOP, M., G. MORENO, P. ALVARADO & F. ESTEVE-RAVENTÓS (2017). El género *Psathyrella* (Fr.) Quéél. s.l. en España. VI. Especies nuevas o raras y reevaluación de otras. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 41: 71-98.
- INDEX FUNGORUM (s. d.). www.indexfungorum.org [consultada por última vez el 1 de marzo de 2020].
- KITS VAN WAVEREN, E. (1985). The dutch, french and british species of *Psathyrella*. *Persoonia* Suppl. 2: 1-300.
- LUDWIG, E. (2007). *Pilzkompedium* 2. Ed. Fungicon. Berlin.
- MELZER, A. (2011). *Psathyrella magnispora* in Deutschland. *Boletus* 33: 3-6.
- MELZER, A. (s. d.). *The genus Psathyrella in Europe*. www.vielepilze.de/selten/psat/epsat.html [última consulta el 31 de diciembre de 2019].
- MUÑOZ, G. & C. ROJO (2017). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (III): *Psathyrella epimyces*. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 101-107.
- MUÑOZ, G. & D. DESCHUYTENEER (2020). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (VII): *Psathyrella romagnesii*, primera cita. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 41-46.
- MUÑOZ, G., D. DESCHUYTENEER & A. MELÉNDEZ (2020). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (VI): profundizando en el complejo "effibulata-complutensis". *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 29-40.
- NAGY L.G., A. URBAN, L. ÖRSTADIUS, T. PAPP, E. LARSSON & C. VÁGVÖLGYI (2010). The evolution of autodigestion in the mushroom family *Psathyrellaceae* (Agaricales) inferred with Maximum Likelihood and Bayesian methods. *Mol. Phylogenet. Evol.* 57: 1037-1048.



ÖRSTADIUS, L. & H. KNUDSEN (2008). *Psathyrella* (Fr.) Quéél.: 586-623. In: KNUDSEN, H. & J. VESTERHOLT. *Funga Nordica*. Nordsvamp. Copenhagen.

ÖRSTADIUS, L., M. RYBERG & E. LARSSON (2015). Molecular phylogenetics and taxonomy in *Psathyrellaceae* (Agaricales) with focus on psathyrelloid species: introduction of three

new genera and 18 new species. *Mycol. Progress* 14: 25.

WÄCHTER, D. & A. MELZER (2020). Proposal for a subdivision of the family *Psathyrellaceae* based on a taxon-rich phylogenetic analysis with iterative multigene guide tree. *Mycol. Progress* 19: 1151-1265.



Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (VII)

MARTÍNEZ-GIL, R.¹, C.M. PÉREZ DEL AMO² & A. EZQUERRO³

¹ Parque San Miguel 12, 2.º A, 26007 Logroño, La Rioja, España (Grupo Cultural Micológico Verpa). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6475-8449> E-mail: laruynatotal@gmail.com

² C/ Luis de Ulloa 1, 7.º I, 26004 Logroño, La Rioja, España (Grupo Cultural Micológico Verpa). E-mail: cmpcnp1951@gmail.com

³ C/ San Lázaro 1, 4.º D, 26005 Logroño, La Rioja, España (Grupo Cultural Micológico Verpa). E-mail: aranegra@gmail.com

Resumen: MARTÍNEZ-GIL, R., C.M. PÉREZ DEL AMO & A. EZQUERRO (2021). *Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (VII)*. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 51-70. Se describen sucintamente e ilustran cinco taxones de ascomicetos: *Daleomyces petersii*, *Gibellula leiopus*, *Helvella calycina*, *Paratrifarina poiraultii* y *Pseudoplectania episphagnum*. Se aporta información corológica y se añaden algunos comentarios taxonómicos.

Palabras clave: *Fungi*, *Ascomycota*, taxonomía, corología, La Rioja, España.

Summary: MARTÍNEZ-GIL, R., C.M. PÉREZ DEL AMO & A. EZQUERRO (2021). *Rare or interesting Ascomycetes from La Rioja, Spain (VII)*. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 51-70. Five taxa of the phylum *Ascomycota*: *Daleomyces petersii*, *Gibellula leiopus*, *Helvella calycina*, *Paratrifarina poiraultii* and *Pseudoplectania episphagnum*, are briefly described and illustrated. Chorologic information and some taxonomic comments are also provided.

Keywords: *Fungi*, *Ascomycota*, taxonomy, chorology, La Rioja, Spain.

INTRODUCCIÓN

Los ascomicotas (subfilo *Pezizomycotina*, filo *Ascomycota*), productores de ascomas, representan el grupo de hongos más difundido sobre el planeta y con el mayor número de especies conocidas actualmente, es decir, unas 57.000 especies agrupadas en unos 6.100 géneros, caracterizados por contener sus ascosporas encerradas en pequeños órganos con forma de saco denominados tecas, ascas o ascos. También pueden adoptar un modo de reproducción asexual (conocido como etapa anamórfica) en la que se producen esporas o conidios sin órgano reproductor sexual. En muchos casos, los ascomas son diminutos y pasan desapercibidos para el "recolector de setas".

Se comportan de forma saprobia en su mayoría, pero también existen muchas especies que son parásitas o micorrizógenas. Su hábitat es muy variado: terrestre, húmico, lignícola, muscícola, coprófilo, pirófilo, acuático, hipogeo, etc.

El presente trabajo es una continuación de los seis publicados anteriormente en este boletín (MARTÍNEZ-GIL & CABALLERO, 2015 ; MARTÍNEZ-GIL & CABALLERO, 2016 ; MARTÍNEZ-GIL & MARTÍNEZ, 2017 ; MARTÍNEZ-GIL & MARTÍNEZ, 2018 ; MARTÍNEZ-GIL & MARTÍNEZ, 2019 ; MARTÍNEZ-GIL & *al.*, 2020), con el fin de dar a conocer

las especies raras o poco citadas de ascomicetos que vamos identificando en La Rioja.

Según nuestros datos, las cinco especies descritas a continuación se tratarían de primeras citas para La Rioja (España).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las colecciones aquí representadas han sido fotografiadas macroscópicamente *in situ*. Para ello, se ha utilizado una cámara réflex Sony α330 y otra Sony α68, con un objetivo Minolta 100 macro acoplado, uso de trípode y luz natural.

Una vez en el laboratorio, se les asigna un número de herbario. Las descripciones macroscópicas y microscópicas se han realizado a partir de material aún fresco y, posteriormente, se han deshidratado convenientemente para su conservación en herbario. Para las observaciones microscópicas y sus descripciones, se han utilizado dos microscopios ópticos, uno Motic DM-BA 200 con cámara microfotográfica Moticam 2000 conectada a un ordenador equipado con el programa "Motic Images Plus 2.0" oficial de la marca, y otro Motic Panthera KU con cámara microfotográfica Moticam S6 conectada a un ordenador equipado con el programa "Motic Images Plus 3.0", con los que se han realizado las fotografías de microscopía. Posteriormente,



han sido tratadas convenientemente con el programa informático para imágenes Adobe Photoshop.

La mayoría de las fotografías han sido realizadas por uno de nosotros (R. Martínez-Gil), así como el tratamiento y la composición de las mismas. En las que hayan sido hechas por otra persona, se añadirá su nombre en el pie de la figura donde esté incluida. Las barras de escala se refieren a la imagen de fondo o principal, no a los posibles detalles que pueden aparecer superpuestos, que carecen de escala y son de proporciones aleatorias.

Los líquidos y reactivos empleados para la observación microscópica han sido agua del grifo, rojo Congo, solución IKI (Iugol) y azul de algodón. Si el medio utilizado ha sido agua del grifo no se ha especificado al pie de cada figura, solo hemos declarado otros reactivos utilizados.

De acuerdo con BARAL (1987), para la observación de la reacción amiloide en las ascas, hemos preferido utilizar solución IKI en vez de Melzer, ya que este último contiene hidrato de cloral y escondería una posible reacción hemiamiloide, típica en algunos géneros de ascomycetos.

Para la medición de las ascosporas, solo se han incluido aquellas que entraban en el 95% de probabilidad según una distribución normal gaussiana y que han sido obtenidas mediante esporada libre y procedentes de material fresco.

El material se ha depositado en el herbario particular del Grupo Cultural Micológico Verpa (GCMV), con las referencias de los autores Rubén Martínez (RM), Carlos M. Pérez del Amo (CMP) y Antonio Ezquerro (AEA), o en el herbario particular de Luis Ballester (LB).

Cuando el recolector ha sido algún miembro del Grupo Cultural Micológico Verpa en alguna de las salidas semanales programadas, se han puesto las siglas GCMV.

En cuanto a la terminología utilizada en las descripciones y comentarios, se ha intentado evitar en lo posible ciertos anglicismos, galicismos o "adaptaciones"; y se ha procurado usar la terminología admitida por el *Diccionario de la Lengua Española* de la RAE. (s. d.), salvo excepciones donde se prefiere utilizar cierta terminología específica usada habitualmente en el campo de la micología. Para la nomenclatura de los autores se ha seguido generalmente la propuesta por Index

Fungorum en "Authors of Fungal Names", aunque en algunos casos también haya sido empleada la de Mycobank.

RESULTADOS

Taxonomía

1. – *Daleomyces petersii* (Berk.) Van Vooren, *Ascomycete.org* 12(4): 185 (2020). (Figs. 1-2).

= *Peziza petersii* Berk., *Grevillea* 3(28): 150 (1875). [basónimo].

= *Galactinia petersii* (Berk.) Le Gal, *Les Discomycètes de Madagascar*: 51 (1953).

= *Aleuria proteana* Boud., *Bull. Soc. Mycol. France* 15: 50 (1899).

Etimología

El género *Daleomyces* significa "en honor a Lawrence Dale Parks" y *petersii* "dedicado a T.M. Peters".

Material estudiado: LA RIOJA: Lagunilla del Jubera, Zenzano, 42° 18' 34" N – 2° 22' 19" W, 1030 m, sobre el suelo húmedo, entre restos de madera quemada, en pradera de montaña, 13-III-2021, /eg. Antonio Ezquerro, AEA-0430.

Descripción

Ascomas de 1-2 cm de diámetro y 1 cm de altura (poco desarrollados en nuestra recolecta), sésiles, de subglobosos a profundamente cupuliformes (bastante cerrados), algo aplanados en la vejez. Himenio situado en la cara interior, liso, de color pardo ocre claro con tintes rojizos o violetas, más oscuro al madurar. Cara externa densamente furfurácea, del mismo color que el himenio, con pequeños granos más claros, blanquecinos o amarillentos y zonas craqueladas. Margen enrollado al principio, a veces ondulado, irregular o fracturado. Carne gruesa (de 1-2 mm de espesor), de color blanco grisáceo, marrón ocre cerca del himenio y del excípulo, cerosa, quebradiza, que no genera látex al romper.

Ascosporas de 10,3-11,9 × 5,9-6,8 μm, Q = 1,5-2, n = 72, estrechamente elipsoidales, hialinas, con dos grandes gúttulas en su interior, ornamentadas con pequeñas verrugas aisladas, cianófilas, puntiformes o irregulares, a veces conectadas, a menudo concentradas en los polos formando un



Fig. 1. *Daleomyces petersii*. AEA-0430. Aspecto macroscópico de los apotecios. Foto: A. Ezquerro.

pseudo-ápico de hasta $1,4 \mu\text{m}$ de largo y $2,5 \mu\text{m}$ de ancho. Ascas de $200-230 \times 9,2-11 \mu\text{m}$, cilíndricas, estrechándose hacia la base, operculadas, aporrincas, amiloides con reacción débil en la pared e intensa en el ápice, con 8 esporas distribuidas en forma uniseriada. Paráfisis de $2,5-4 \mu\text{m}$ de grosor, filiformes, cilíndricas, septadas, simples, a veces ligeramente curvadas y gradualmente ensanchadas hacia un ápice de $5-8,5 \mu\text{m}$, con abundante contenido vacuolar interno de color pardo. Subhimenio formado por una mezcla de células casi hialinas, globosas, ovoides a poliédricas, con algunas cilíndricas. Excípulo medular compuesto de tres estratos, el interior de *textura globulosa*, formado por células casi esféricas o globosas, de $35-45 \times 38-60 \mu\text{m}$, hialinas, con algunas casi cilíndricas; excípulo medular medio de *textura intricata*, compuesto por células cilíndricas entremezcladas, de $20-40 \times 8-10 \mu\text{m}$, septadas, rodeadas de un pigmento de color pardo; excípulo medular exterior de *textura globulosa-angularis*, formado por hifas esféricas, globosas o poliédricas, de $50-95 \times 35-90 \mu\text{m}$, hialinas, con algunas casi cilíndricas. Excípulo ectal de *textura globulosa-angularis*, formado por

células globosas, ovoides a poliédricas anchamente cilíndricas, encadenadas, de $17-40(-44) \times 15-25(-33) \mu\text{m}$, con células terminales subcilíndricas más estrechas, de $22,5-34 \times 9-14 \mu\text{m}$ y rodeadas de pigmento de color pardo oscuro.

Comentarios

SETCHELL (1924) publica el género *Daleomyces* para acomodar a la especie *Daleomyces gardneri* Setch. que últimamente se ha identificado como *Peziza proteana* f. *sparassoides* (Boud.) Korf y que, VAN VOOREN (2020), basado en los resultados de los análisis filogenéticos dice que pertenecería al mismo clado que *Peziza petersii*, junto a otras especies de *Peziza* con tonos violetas que son *Peziza exogelatinosa* K. Hansen & Sandal, *Peziza badioides* Donadini y *Peziza halophila* Loizides, Agnello & P. Alvarado. Por ello, VAN VOOREN (2020) recupera el género *Daleomyces* para recombinar a todas estas especies.

VIZZINI & al. (2020), unos meses antes de la publicación de VAN VOOREN (2020), realizan un estudio filogenético de las especies *Peziza petersii*, *Peziza proteana* y *Peziza proteana* f. *sparassoides*,

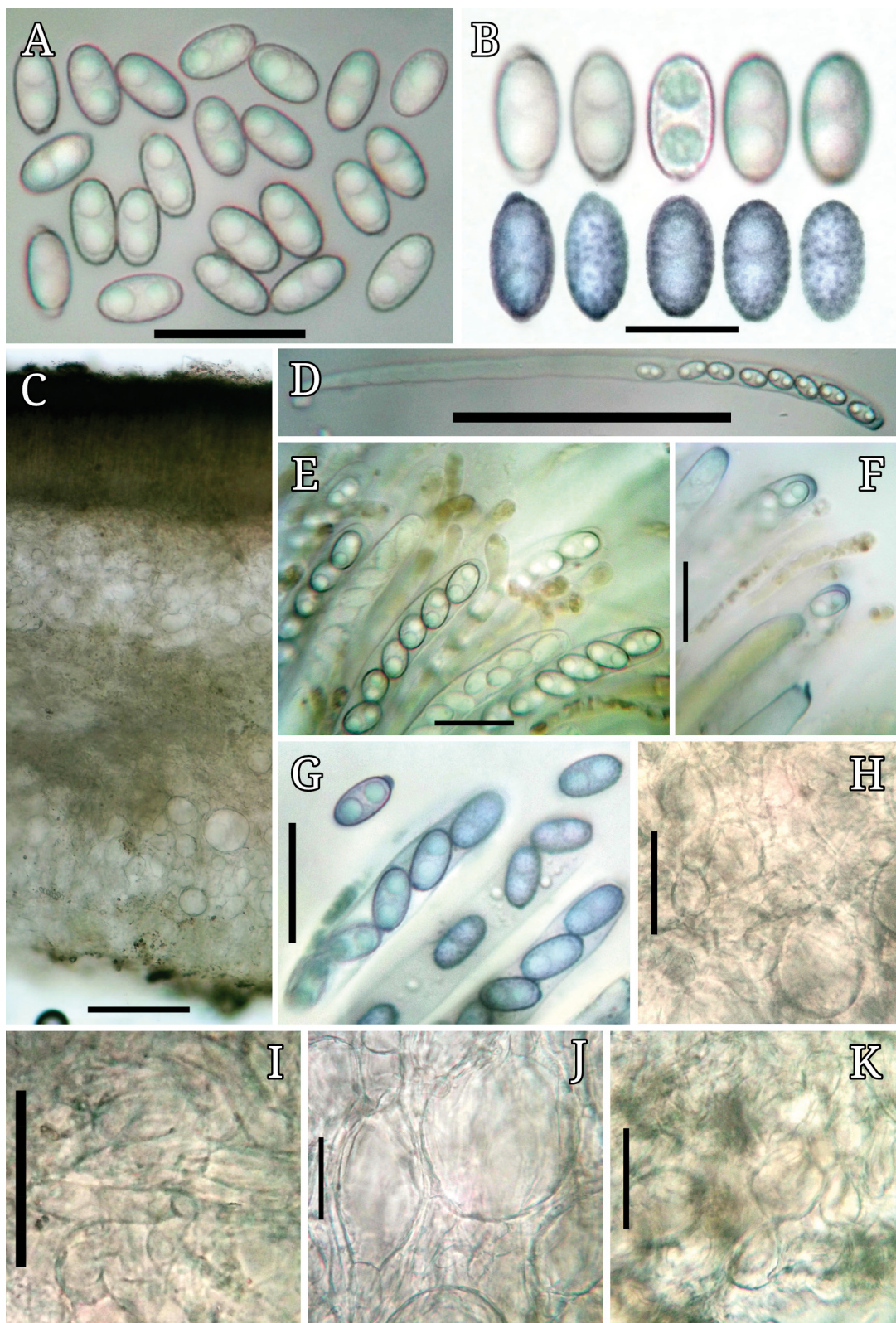


Fig. 2. *Daleomyces petersii*. AEA-0430. A: Ascosporas. B: Ascosporas en agua y azul algodón. C: Sección. D: Asca. E: Ascus y paráfisis. F: Ascus y paráfisis en IKI. G: Ascus y ascosporas en azul algodón. H-J: Excípulo medullar. H: Excípulo medullar interior. I: Excípulo medullar medio. J: Excípulo medullar exterior. K: Excípulo ectal. Barra A, E-G = 20 μm ; B = 10 μm ; C = 200 μm ; D = 100 μm ; H-K = 40 μm . Fotos: A. Ezquerro.



con las secuencias de varios holotipos y llegan a la conclusión de que *P. petersii* y *P. proteana* serían la misma especie, mientras que *P. proteana* f. *sparasoides* sería un taxón diferente. Nosotros hemos seguido este criterio de ambos autores por lo que las hemos incluido en el apartado de sinonimias. A lo largo del tiempo, a la especie tratada en este trabajo, se le ha ido denominando de forma diferente por las distintas coloraciones que pueden tener los apotecios, desde colecciones descritas de color blanco rosado (BOUDIER, 1905-10), a marrón violáceo oscuro con tonos lila purpúreos (VIZZINI & al., 2020) o también por las sutiles diferencias microscópicas como son la forma de las paráfisis y el variable color de su contenido interno.

En cuanto al hábitat, la mayoría de los autores coinciden en que *D. petersii* se desarrolla sobre suelos quemados o con restos de hoguera, aunque algunos no lo consideran exclusivo por desarrollarse también sobre tierra sin restos carbonizados, PÉAN & al. (2020).

La forma y tamaño de las ascosporas es bastante similar en todas las descripciones, de 9-13 (-15) × 5-7(-8) μm en el conjunto de la bibliografía consultada (BERKELEY, 1875; COOKE, 1879; SEAVER, 1942; AHTI & al., 2000; JAMONI, 2001; SPOONER, 2001; VAN VOOREN, 2003; CHIERICI, 2004; MEDARDI, 2006; RUBIO, s. d.b; LABBÉ, 2015; PÉAN & al., 2020; VIZZINI & al., 2020), y nuestros resultados están dentro de estas medidas. Queremos destacar de nuestra recolecta, que las verrugas esporales a veces forman un pseudo-apículo en los polos que consiste en verrugas articuladas en crestas cortas que pueden converger, característica que está escasamente comentada en los trabajos consultados pero sí se describe e ilustra en LE GAL (1947) y VIZZINI & al. (2020).

2. – *Gibellula leiopus* (Vuill. ex Maubl.) Mains, *Mycologia* 42: 318 (1950). [“*pleiopus*”] (Figs. 3-4).

= *Gibellula arachnophila* f. *leiopus* Vuill. ex Maubl., *Bull. Soc. Mycol. France* 36(1): 42 (1920). [basónimo].

Etimología

El género *Gibellula* significa “en honor a Giuseppe Gibelli”, botánico y micólogo italiano, y *leiopus*, “pie liso”.

Material estudiado: LA RIOJA: Matute, Valdesede, 42° 19' 19" N – 2° 47' 16" W, 680 m, sobre el envés de una hoja de *Rhamnus alaternus* L. en el talud de un camino dentro de un bosque de repoblación de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, con *Quercus ilex* L. y *Q. faginea* Lam., en un entorno de suelo calizo, 9-II-2019, leg. GCMV, CMP-1949.

Descripción

La presencia del hongo se detecta por la aparición de abundante micelio con aspecto algodonoso, blanquecino, rosáceo o algo amarillento, cubriendo totalmente el cuerpo de un pequeño artrópodo sin identificar del orden *Araneae*, con un tamaño aproximado de 4-5 × 2,5 mm, sobre el que se desarrollan perpendicularmente numerosos sinemas (25-30) de color blanco violáceo, en general rectos, cilíndricos, estrechándose hasta un ápice romo, con dimensiones de 1-2,5 mm de longitud que emergen bastante agrupados a partir del cefalotórax y del abdomen del huésped parasitado. Pensamos que el artrópodo pertenece a la familia *Anyphaenidae* Bertkau o a la *Clubionidae* Wagner, por las dos uñas tarsales que hemos observado junto a una estructura de pelos densos o fascículo subungueal.

Conidióforos de tipo *Aspergillus* P. Micheli ex Haller, fácilmente distinguibles de las hifas vegetativas paralelas, perpendiculares a la estructura hifal del sinema, con estípites cortos, ligeramente verrugoso, septado y finalizando en una vesícula elipsoidal a globosa, lisa e hialina, de 8-16 × 4-9 μm. Métulas que rodean la vesícula cilíndricas a ovoides, hialinas, lisas, de 7-13 × 3,4-6,7 μm. Fiáldes subcilíndricas, a veces estrechadas en el ápice, lisas, hialinas, de 8,5-12 × 2,2-3,8 μm. Conidios de morfología variable, largamente ovoides, elipsoidales, cilíndricos a fusiformes, con base apiculada y ápice redondeado, no septados, hialinos, lisos, de 3,9-6,5 × 2-3 μm (n = 50).

Comentarios

CAVARA (1894: 347) propone el género nuevo *Gibellula* para acomodar a *G. pulchra* (Sacc.) Cavarra como tipo e ilustra sus propias recolectas de Ticino (Suiza), indicando que el huésped era pulgón, no araña. Anteriormente, SACCARDO (1877)

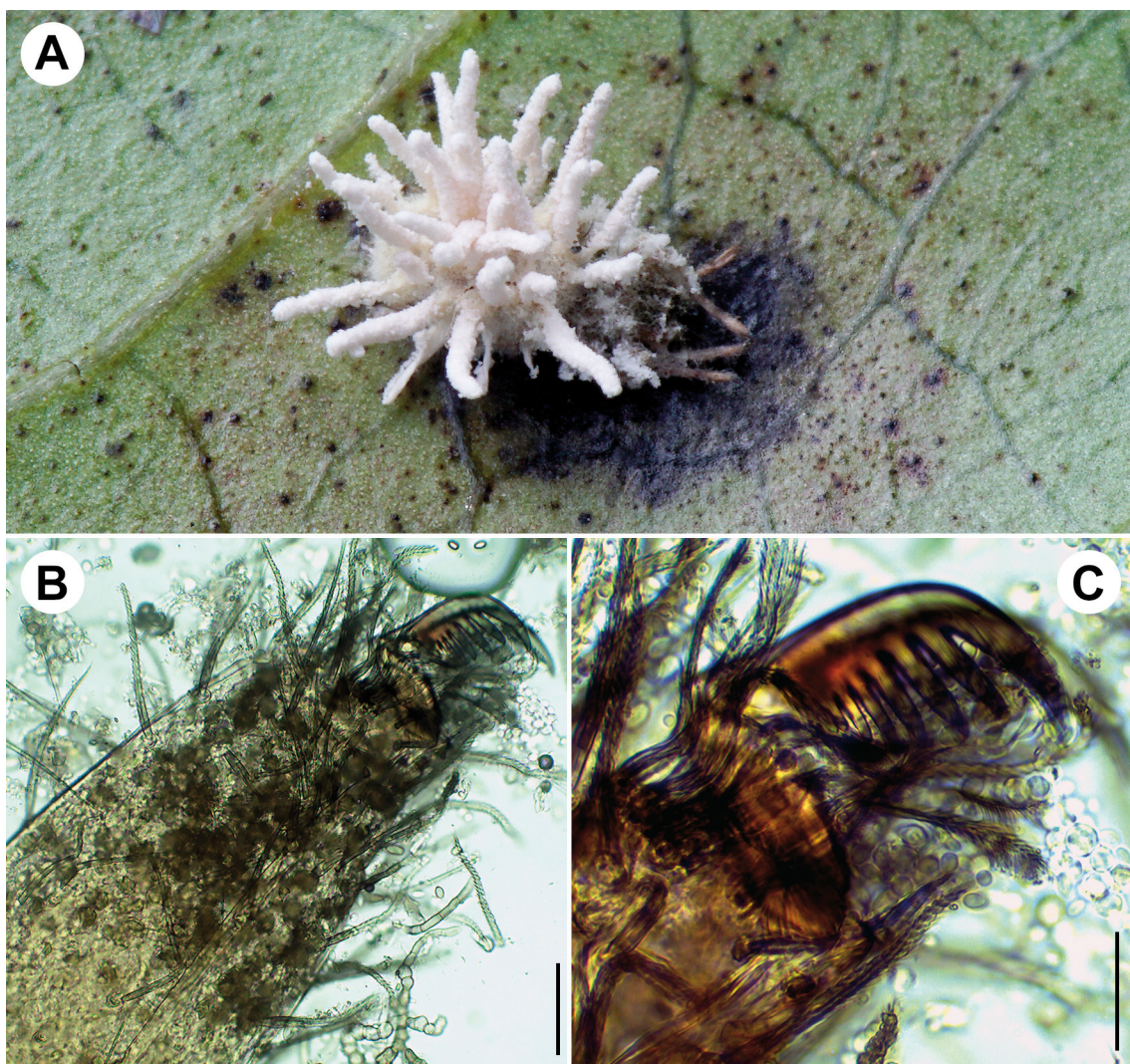


Fig. 3. *Gibellula leiopus*. CMP-1949. A: Aspecto macroscópico. B-C: Detalles de la araña hospedante y uñas tarsales. Fotos B-C: C.M. Pérez del Amo.

tampoco identifica al huésped como una araña, indicando que se desarrolla sobre insecto (ROTH & VAN VOOREN, 2016). Según EVANS & SAMSON (1987), los hongos agrupados dentro de *Gibellula* se reconocen como probados o supuestos patógenos de artrópodos del orden *Araneae* Clerck (arañas). KUBÁTOVÁ (2004) comenta que en *Index Fungorum* se recogen hasta 36 registros de especies y variedades de este género, de las que solo 16 estarían aceptadas tras la publicación de la clave de *Clavicipitaceae* en el trabajo de HODGE (2003), en espera de otras especies tropicales pendientes de estudio. Reporta también que, aproximadamente la mitad de las especies de *Gibellula* se corresponderían con el teleomorfo de *Torrubiella* Boud.,

un ascomiceto pirenomiceto que forma peritecios. COSTA (2014) anota que entre los géneros de hongos relacionados con arañas, *Gibellula* destaca del resto por su especificidad respecto del hospedador, siendo exclusivamente encontrado en arañas y que establece una asociación con el sinamorfo *Granulomanus* de Hoog & Samson, sostenido por una maraña de hifas que se desarrolla alrededor del huésped y que tiene un papel funcional en la dispersión del hongo.

MAUBLANC (1920) comenta que *G. arachnophila* presenta caracteres fijos en la estructura y dimensiones del conidióforo, pero que la largura y ornamentación del pedicelo son muy variables. Añade, que la forma tipo tiene un pedicelo alar-

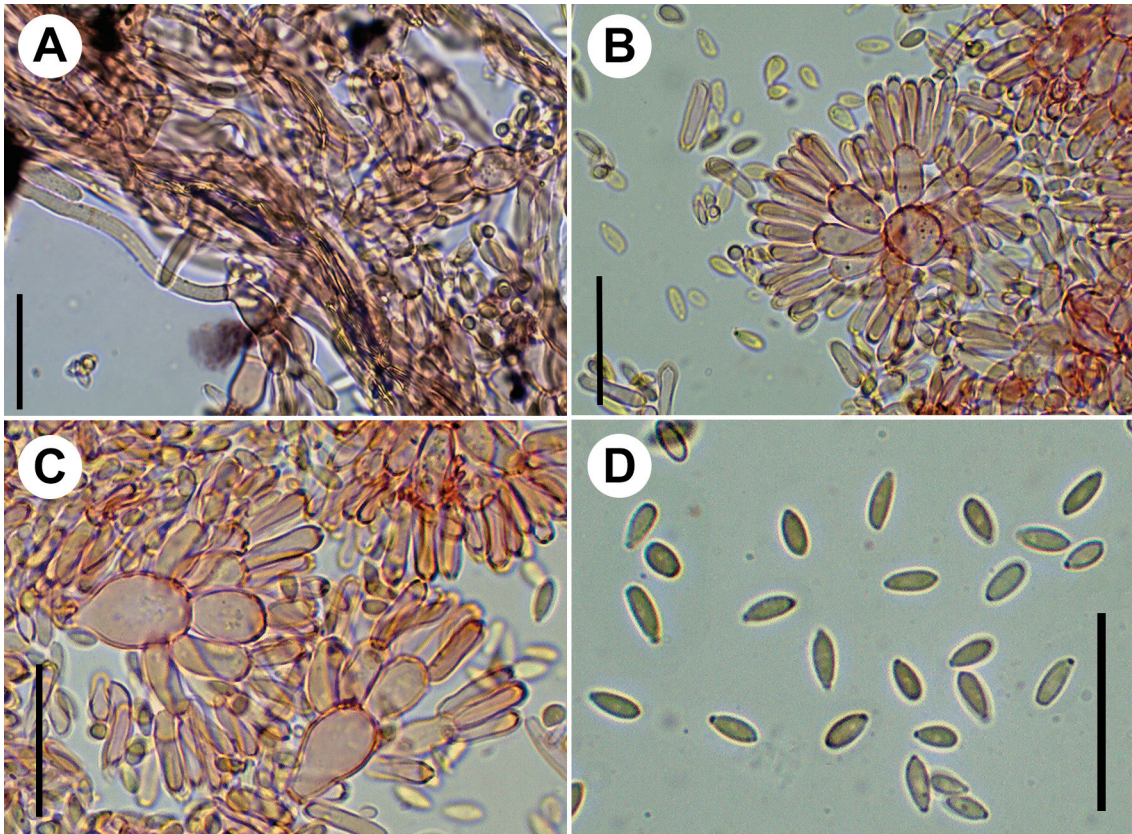


Fig. 4. *Gibellula leiopus*. CMP-1949. A: Hifas y conidióforo en rojo Congo. B-C: Elementos del conidióforo en rojo Congo. D: Conidios en rojo Congo. Barra A-D = 20 μ m. Fotos: C.M. Pérez del Amo.

gado y granuloso, mientras que la forma *leiopus* estudiada por VUILLEMIN (1911) y representada en este trabajo tiene un pedicelo liso, muy corto o nulo. MAINS (1950) la eleva a rango de especie citándola incorrectamente como "*pleiopus*" en la página 318, pero como "*leiopus*" en la página 313. *Gibellula leiopus* está asociado con el teleomorfo *Torrubiella leiopus* (Mains) Kobayasi & Shimizu (KUBÁTOVÁ, 2004) y se considera una especie común de *Gibellula* (junto con *G. pulchra*) en las regiones templadas (HODGE, 2003), pero en comparación con otros microhongos es algo raro. El hongo invasor desarrolla habitualmente una gran cantidad de micelio sobre el arácnido parasitado, cubriéndolo completamente con múltiples sinemas digitados de coloraciones blanquecinas o violáceas, en los que se ubican numerosos conidióforos con aspecto de clava o maza. En ocasiones pueden coincidir a la vez las dos fases reproductoras, es decir, el anamorfo (*Gibellula*) y su teleomorfo (*Torrubiella*), con presencia de sinemas y

peritecios al mismo tiempo. Estos hongos pueden ser utilizados como agentes de control biológico de plagas que atacan a plantaciones o de insectos vectores con importancia médica y veterinaria.

ROTH & VAN VOOREN (2016) describen e ilustran *G. pulchra* que se diferencia de *G. leiopus* principalmente por desarrollar conidióforos con pie largo, verrugoso y bien diferenciado de la vesícula.

3. – *Helvella calycina* Skrede, T.A. Carlsen & T. Schumach., *Persoonia* 39: 221 (2017). (Figs. 5-7).

= *Peziza calyciformis* Fr., *Syst. mycol.* 2(1): 45 (1822).

= *Acetabula calyciformis* (Fr.) Sacc., *Syll. fung.* 8: 61 (1889).

= *Paxina calyciformis* (Fr.) Kuntze, *Revis. Gen. Pl.* 2: 864 (1891).

= *Dasyscyphus calyciformis* (Fr.) Rehm [as 'Dasyscypha'], *Rabenh. Krypt.-Fl.*, Edn 2 1.3(lief. 40): 834 (1893) [1896].

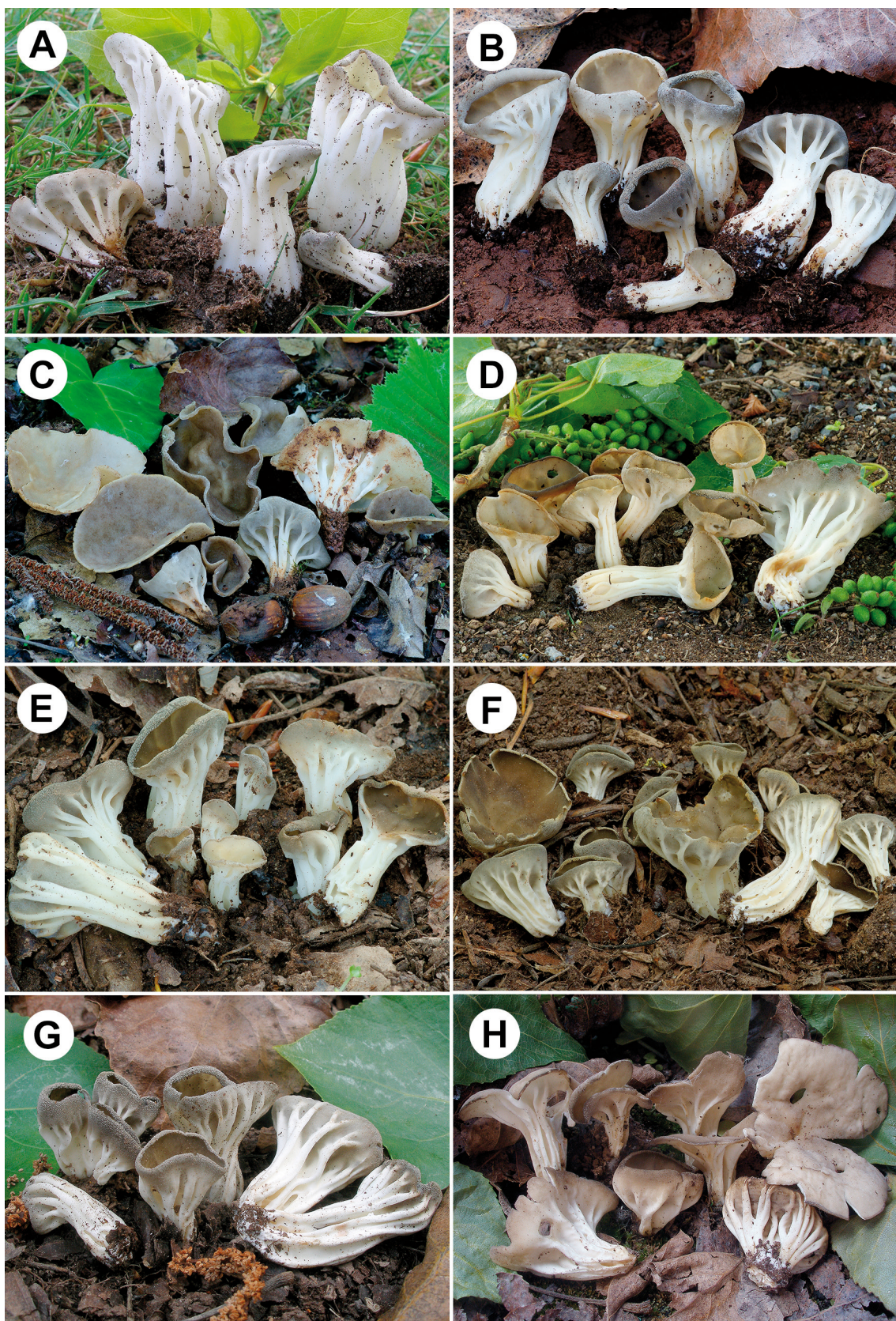


Fig. 5. *Helvella calycina*. A-H: Aspecto macroscópico de los ascomas. A: RM-0323. B: RM-2149. C: LB13062404. D: RM-2250. E: RM-2338. F: RM-2349. G: AEA-0442. H: AEA-0450. Fotos G-H: A. Ezquerro.

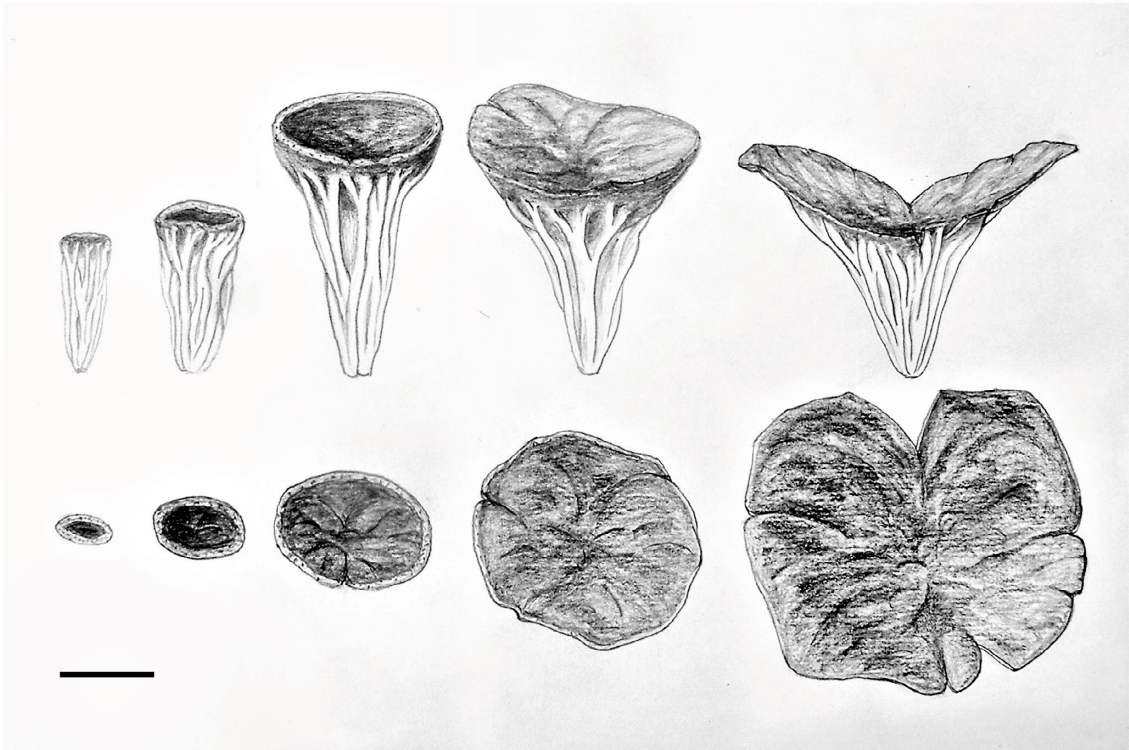


Fig. 6. *Helvella calycina*. Dibujo con los estadios del crecimiento de los apotecios. Barra = 1 cm. Dibujos: A. Ezquerro.

Etimología

Helvella significa "pequeña hortaliza" y *calycina* "pequeña copa".

Material estudiado: LA RIOJA: Santa Engracia del Jubera, 42° 20' 33" N – 2° 17' 8" W, 500 m, sobre el suelo arenoso de entorno calizo ocultas bajo la hojarasca de *Populus nigra* L. y *Corylus avellana* L. en la ribera del río Jubera, 21-IV-2007, leg. GCMV, RM-0323. Ibídem, 20-IV-2013, leg. GCMV, RM-2149. Santa Engracia del Jubera, 42° 20' 27" N – 2° 17' 8" W, 520 m, ocultas bajo la hojarasca en la ribera del río Jubera, 19-IV-2014, leg. GCMV, RM-2250. Ibídem, 29-IV-2015, leg. GCMV, RM-2338. Ibídem, 30-IV-2016, leg. GCMV, RM-2349. Ibídem, 24-IV-2021, leg. GCMV, AEA-0442. Ibídem, 15-V-2021, leg. GCMV, AEA-0450. Sorzano, 42° 20' 32" N – 2° 32' 33" W, 800 m, sobre el suelo en entorno calizo entre la hojarasca de *P. nigra* y *C. avellana* en la orilla del Arroyo del Molino, 24-VI-2013, leg. L. Ballester y R. Martínez-Gil, LB13062404.

Descripción

Apotecios estipitados de hasta 6 × 5 cm, casi cilíndricos o algo acampanados en los estados más jóvenes, luego extendidos en forma de copa ancha y al final aplanados adaptándose al sustrato sobre el que emerge. Himenio situado en la parte interior, liso, con abolladuras, de color pardo claro, pardo oliváceo o pardo grisáceo, más claro al madurar, comprimido lateralmente sobre todo en ejemplares jóvenes y con tendencia a agrietarse al envejecer. Margen algo ondulado, involuto, de aspecto furfaráceo por la formación de acúmulos blanquecinos de pelos. Parte externa estéril, más clara que el himenio, con presencia de unas notorias y llamativas costillas de perfil romo y color blanco, que parten desde la base y pueden llegar hasta el margen donde presentan frecuentes ramificaciones y conexiones. Estípite de tamaño muy variable, pudiendo encontrar ejemplares con 4 cm de largura y otros casi inapreciable, dependiendo de la madurez de los apotecios y de lo escondidos que estén entre la hojarasca. Carne blanquecina, escasa, muy frágil y quebradiza. Olor y sabor banales o algo desagradables en la vejez.

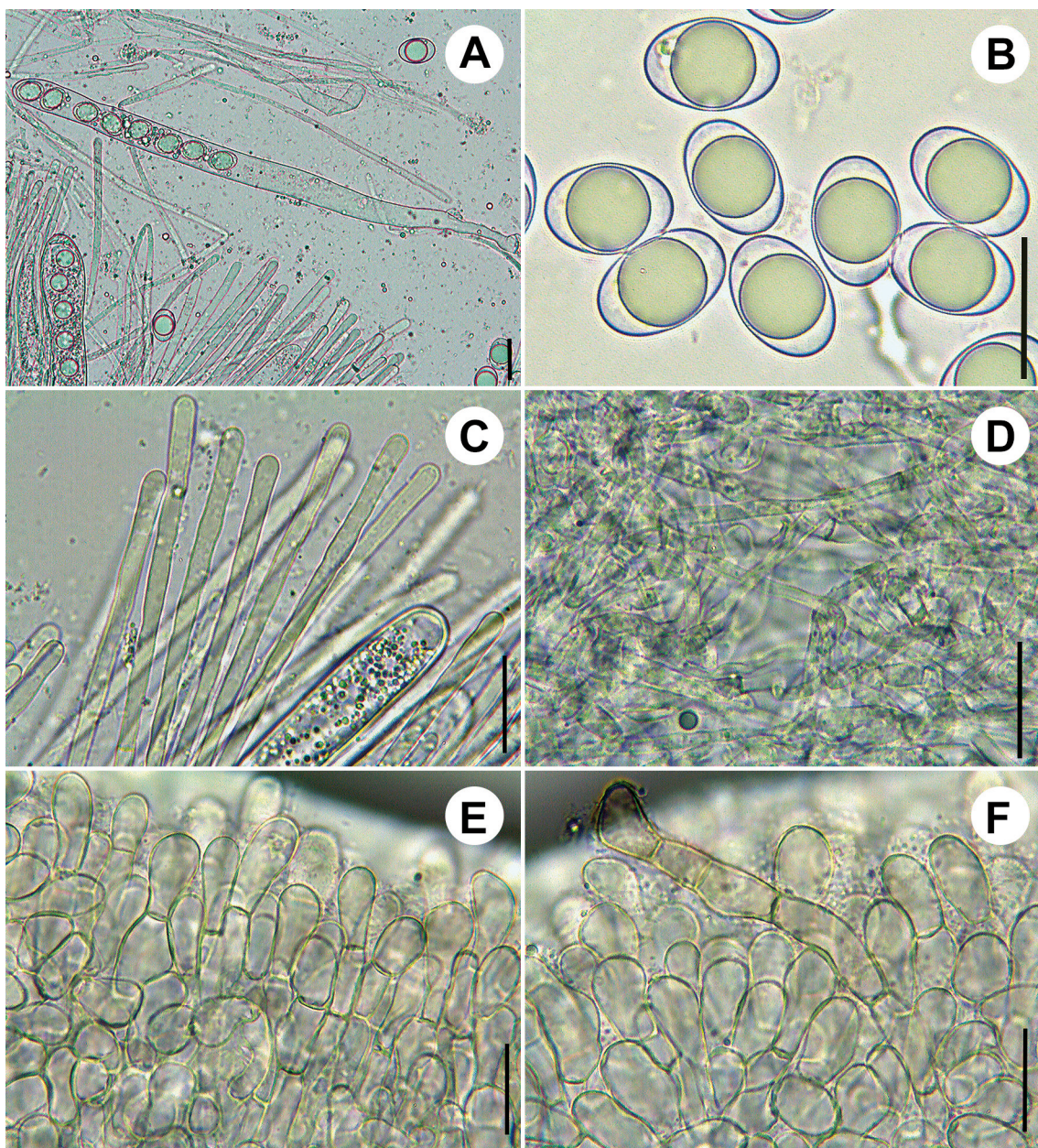


Fig. 7. *Helvella calycina*. A: Asca. B: Ascosporas. C: Paráfisis. D: Excípulo medular. E-F: Excípulo ectal. RM-2149. Barra = 20 μm .

Ascosporas de 16,8-19,7 \times 11,2-13,1 μm , Q = 1,2-1,5, n = 103, elipsoidales, lisas, hialinas, con una gran gota lipídica central, a veces con otras más pequeñas alrededor. Ascas de 220-280 \times 13-15 μm , cilíndricas, no amiloides, pleurorrincas, operculadas, con 8 esporas uniseriadas. Paráfisis de 4-7 μm de grosor, ligeramente engrosadas en el ápice, filiformes, rectas, hialinas, septadas, con algunas vacuolas hialinas en su interior. Excípulo

medular de *textura intricata*, formado por hifas hialinas, cilíndricas, septadas y entremezcladas, de 2-5 μm de grosor. Excípulo ectal de *textura prismatica-angularis*, formado por células poliédricas a casi cilíndricas, que forman largas cadenas cuyos extremos de 4-7 elementos toman un ligero color pardo y se erizan perpendiculares a la superficie, con células terminales claviformes de 7-11 de anchura.



Comentarios

SKREDE & al. (2017) describen la especie como *Helvella calycina* basándose en un taxón originalmente descrito de Italia como *Boletus calyciformis* (nombre inválido) en BATTARRA (1759) y que posteriormente fue sancionado a *Peziza calyciformis* en FRIES (1822) porque el nombre *H. calyciformis* Batsch (1786) tiene prioridad e impide usar el epíteto en *Helvella*. SKREDE & al. (2017) designan como epítipo una especie de Noruega encontrada en agosto de 2009 y estudian otras recolectas de Dinamarca localizadas en los meses de julio y octubre. Nosotros solemos encontrarlas siempre en los meses de abril, mayo y junio muy escondidas bajo la hojarasca de *Populus nigra* y *Corylus avellana*. *Helvella calycina* desarrolla pequeños apotecios que pueden pasar desapercibidos bajo la hojarasca del bosque, de consistencia frágil y poco arraigada al sustrato por lo que se desprende y fractura con facilidad. Se suelen encontrar en pequeños grupos en riberas bajo *Populus*, *Corylus* y otros planifolios (descrita inicialmente bajo robles), aunque también encontramos citas bajo píceas de Dinamarca y Noruega (SKREDE & al., 2017) y en humus de *Fagus sylvatica* L. (RUBIO, s. d.a). Varias de nuestras recolectas, que también han sido incluidas en este trabajo, se prestaron para el estudio y secuenciación de esta especie en el trabajo de SKREDE & al. (2020) quienes comentan que parece común en toda Europa y que los ejemplares del norte de Europa y España son molecularmente idénticos.

En SKREDE & al. (2017) añaden que *H. calycina* y *H. costifera* Nannf, son especies morfológicamente y genéticamente muy próximas, incluyéndolas en el mismo clado de su estudio, igual que en el trabajo de WANG & al. (2019), donde además citan un primer encuentro de *H. calycina* para China con idénticos resultados filogenéticos que el epítipo.

4. – *Paratrifarina poiraultii* (Boud.) Van Vooren, U. Lindem., M. Vega, Ribes, Illescas & Matočec. *Ascomycete.org* 7(3): 113 (2015). (Figs. 8-10). = *Lachnea poiraultii* Boud., *Bull. Soc. Mycol. France*. 16(4): 198 (1900). [basónimo].

Etimología

Paratrifarina significa “al lado o cercano a *Trifarina*” que es el género macro y microscó-

picamente más cercano, y *poiraultii* “en honor a M.G. Poirault”, quien encontró por primera vez la especie.

Material estudiado: LA RIOJA: Logroño, Soto de los Americanos, 42° 27' 3" N – 2° 20' 59" W, 350 m, sobre el suelo entre hierbas y briofitos, en la orilla de un camino, 4-I-2020, leg. GCMV, RM-2631. Torremontalvo, 42° 30' 8" N – 2° 41' 1" W, 410 m, sobre el suelo entre hierbas y briofitos, en la orilla de un camino, 18-I-2020, leg. GCMV, RM-2638. Logroño, campo de golf, 42° 26' 17" N – 2° 29' 38" W, 450 m, sobre el suelo entre briofitos, en talud junto a bosque de *Quercus ilex* L., 13-III-2021, leg. GCMV, AEA-0431.

Descripción

Apotecios de hasta 15 mm de diámetro, sésiles, de desarrollo gregario, dispersos o agrupados, primero urceolados, luego con forma de copa y al final aplanados. Himenio liso, de color anaranjado mate, pardo rojizo al secarse. Margen enrollado, marcadamente pustuloso por la acumulación de pelos cortos y de color pardo oscuro, que se juntan en haces separados a modo de mechones más o menos triangulares. Superficie externa del mismo color que el himenio o algo más clara, densamente cubierta por pelos erectos de color pardo, aislados o a menudo aglutinados formando acúmulos similares a los del margen.

Ascosporas de 15,6-17,7 × 9-10,4 μm, Q = 1,5-1,8, n = 101, elipsoidales, hialinas, lisas, uninucleadas, de paredes más o menos gruesas, rodeadas de una vaina gelatinosa persistente tras su expulsión de las ascas, con pequeñas y dispersas gúttulas lipídicas en su interior con tendencia a fusionarse y situarse hacia los polos. Ascas de 290-340 × 14-17 μm, n = 8, cilíndricas, con la base bifurcada que surge de un uncínulo perforado, operculadas, no amiloides, con 8 esporas uniseriadas. Paráfisis engrosándose hacia la zona apical, de 5-7,5 μm de grosor en su parte más ancha, cilíndricas con el perfil irregular ondulado, septadas, con bastantes cuerpos hialinos refractivos y solubles en KOH entre grandes vacuolas no refractivas. Excípulo medular de *textura intricata*, formado por células hialinas, cilíndricas, de 7-17 μm de grosor, de paredes delgadas, dispuestas más o menos horizontalmente, que van cambiando su orientación además de ensan-

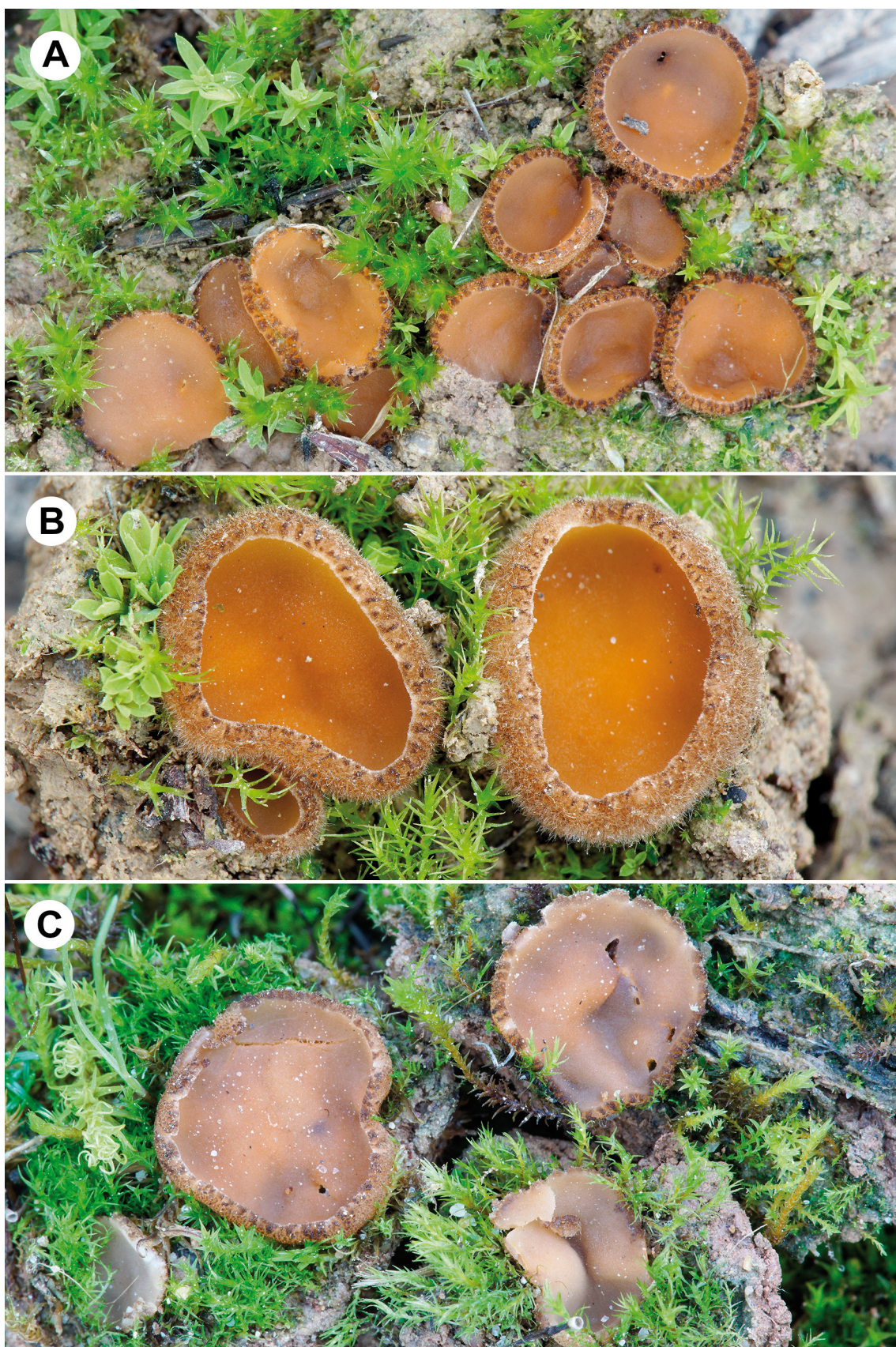


Fig. 8. *Paratricharina poiraultii*. A-C: Aspecto macroscópico de los ascomas. A-B: RM-2638. C: RM-2631.

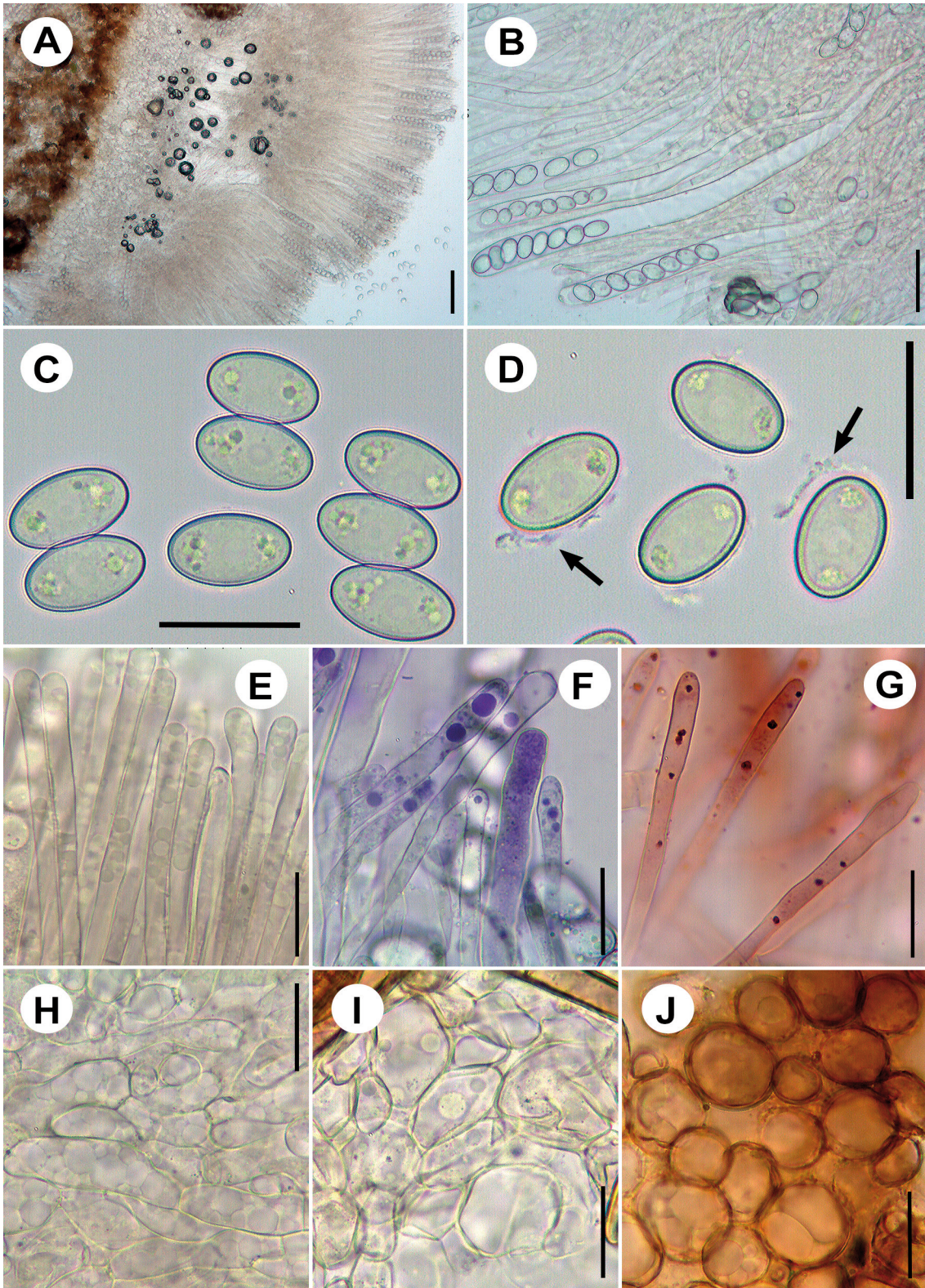


Fig. 9. *Paratricharina poiraultii*. A: Sección del apotecio. B: Ascas y paráfisis. C-D: Ascosporas en agua. C: Ascosporas de esporada libre. D: Ascosporas recién expulsadas y detalle de vaina gelatinosa. E-G: Paráfisis. E: Paráfisis en agua. F: Paráfisis en cresilo acuoso. G: Paráfisis en cresilo acuoso y KOH. H: Excípulo medular. I: Excípulo ectal interno. J: Excípulo ectal externo. A-B, E-J: RM-2631. C-D: RM-2638. Barra A = 100 μm ; B = 40 μm ; C-J = 20 μm .

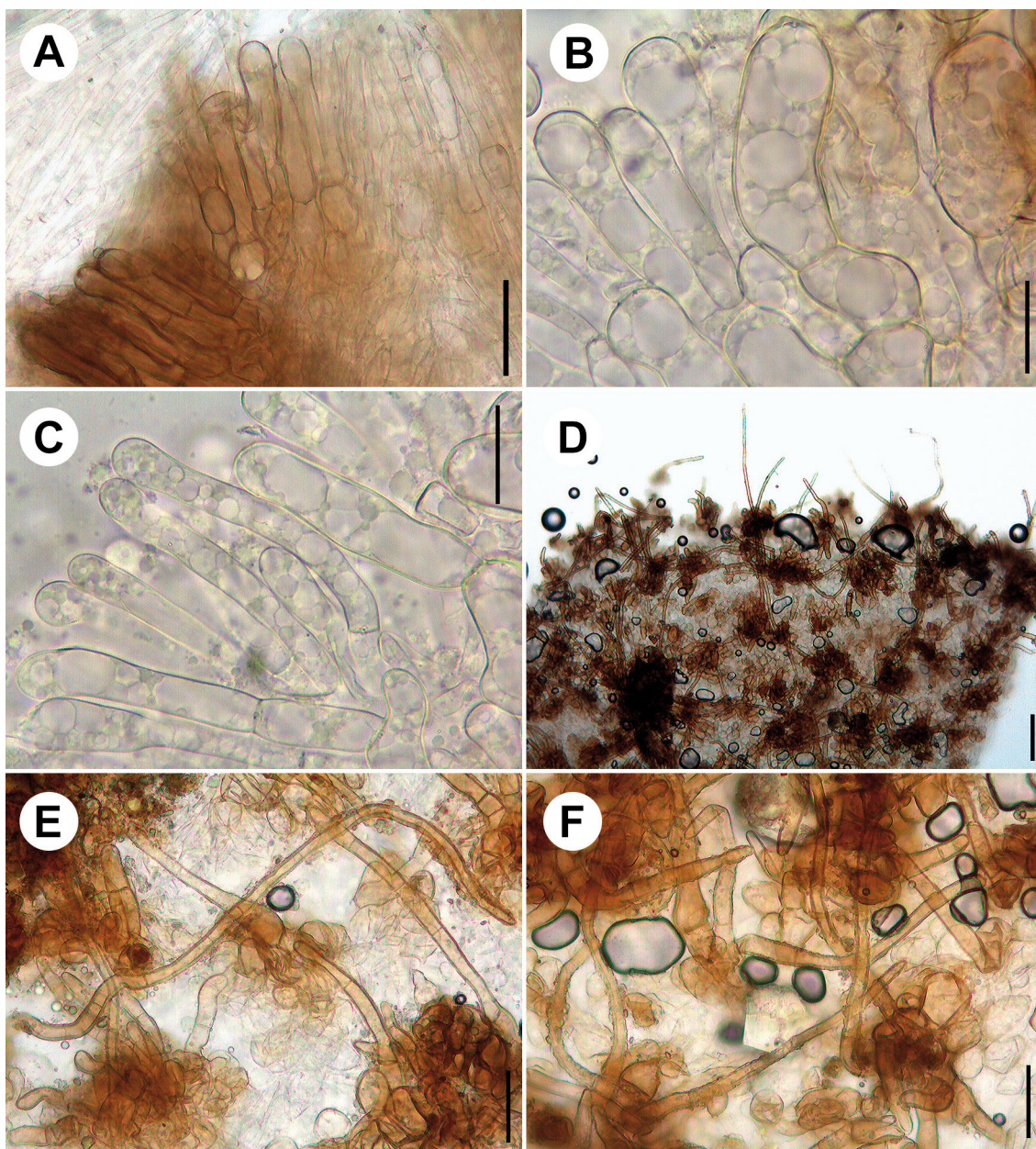


Fig. 10. *Paratricharina poiraultii*. A-C: Pelos marginales. D-F: Pelos excipulares. A: RM-2638. B-F: RM-2631. Barra A, E-F = 40 μm ; B-C = 20 μm ; D = 100 μm .

charse y acortarse a medida que se van acercando hacia el excípulo ectal. Excípulo ectal en su parte interna, es de *textura prismatica angularis*, formado por células anchamente cilíndricas a vesiculosas, hialinas, de pared delgada, de 7-20 μm de anchura y con cuerpos hialinos en su interior; en su parte externa, es de *textura globulosa*, con células poliédricas a casi esféricas, de color pardo y pared gruesa, de 18-35 μm de diámetro y también con grandes vacuolas en su interior que a veces llegan a ocupar

casi todo el espacio. Pelos marginales que se aglutinan en haces más o menos triangulares, hialinos y con pared delgada los más cercanos al himenio, y de color marrón claro y pared más gruesa los más cercanos al excípulo, cilíndricos a claviformes con el ápice obtuso, con 1-2 septos trasversales, de 90-220 \times 10-21 μm y con abundante contenido vacuolar en su interior similar al de las paráfisis. Pelos excipulares formados a partir de las células casi esféricas del excípulo ectal, de color marrón claro,



multiseptados, con paredes gruesas (1-2 μm), de 200-450 μm de longitud, con base simple de unos 10-20 μm de grosor y estrechándose hasta un ápice romo de unos 4-6 μm .

Comentarios

Especie muy rara que fue publicada por BOUDIER (1900) como *Lachnea poiraultii* para acomodar un discomiceto operculado con el himenio anaranjado, superficie exterior peluda y caracteres microscópicos similares a los del género *Tricharina* Eckblad, con material procedente de Antibes (Francia), encontrado por G. Poirault sobre tierra entre musgos y gramíneas. El género *Lachnea* Boud. es ilegítimo porque *Lachnea* L. (1753) tiene prioridad. VAN VOOREN & al. (2015) ilustran y realizan un estudio en profundidad de la especie con varias recolectas de Croacia, Portugal y España, comparándolas con el material original, y proponen *Paratricharina* como género nuevo para acomodarla, basándose en los resultados de análisis filogenéticos hechos de múltiples genes. También comentan, que desde la publicación original solo se ha observado una referencia de la especie en DONADINI (1976), pero no pudieron encontrar ningún dato más.

RUBIO & al. (2016), ilustran y detallan una recolecta de Navarra, en el suelo recubierto por briofitos, bajo *Cupressus* sp., *Prunus lusitanica* y *Viburnum tinus* con medida esporal de (16,1-)17,1 (-18,4) \times (10,9-)11,7(-12,6) μm . SIQUIER & al. (2018) describen una recolecta de Mallorca con ascosporas (13-)14,8-19,6 \times 8,4-10,2 μm y dicen que en la actualidad es una especie que se encuentra con mayor frecuencia.

VAN VOOREN & al. (2015) y RUBIO & al. (2016) indican que las ascosporas de *P. poiraultii* se ven lisas en agua y en azul algodón, pero que están rodeadas por un perisporio áspero a finamente verrugoso, encapsulado por una vaina pegajosa persistente. Además, VAN VOOREN & al. (2015) añaden que el perisporio verrugoso se observa cuando se prepara en una solución de lugol y la vaina se ve mejor en un preparado con rojo Congo. Nosotros no hemos observado el perisporio verrugoso en nuestras preparaciones, pero sí hemos visto la vaina pegajosa persistente simplemente con agua del grifo.

VAN VOOREN & al. (2015) explican que según sus análisis filogenéticos, *Paratricharina poiraultii* ha sido fuertemente apoyada en un clado con especies de los géneros *Hoffmannoscypha* Stielow, Göker & Klenk, *Geopora* Harkn. y *Tricharina*. STIELOW & al. (2013) redactan una clave para diferenciar estos 3 géneros y describen *Hoffmannoscypha pellita* (Cooke & Peck) Stielow, Hensel, Göker & Klenk con un color de himenio y una superficie externa similares a *P. poiraultii*, pero tendría ascosporas de (23-)23,5-27,5(-28) \times (10,5-)11-13(-13,5) μm y con una gran gútula central junto a otras dos más pequeñas. Las especies de *Geopora* desarrollan apotecios hipogeos en estados jóvenes y un himenio sin pigmentos anaranjados, amarillentos o rojizos. *Tricharina* desarrolla ascosporas sin vaina persistente, de paredes delgadas en la madurez y con contenido granuloso interno mucho menor a *P. poiraultii* o inexistente, además de un excípulo ectal de estructura diferente (LINDEMANN, 2013).

5. – *Pseudoplectania epispagnum* (J. Favre) M. Carbone, Agnello & P. Alvarado, *Ascomycete.org* 6(1): 21 (2014). (Figs. 11-12).

= *Pseudoplectania nigrella* var. *epispagnum* J. Favre, *Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz.* 10(3): 212 (1948). [basónimo].

Etimología

El género *Pseudoplectania* significa *pseudo* "falso", "parecido a" y *plectania* "entrelazada, enredada" y *epispagnum*, "sobre *Sphagnum*".

Material estudiado: LA RIOJA: Villoslada de Cameros, 42° 8' 10" N - 2° 40' 36" W, a unos 1300 m, sobre restos de *Sphagnum* sp. dentro de una turbera, 18-VII-2020, leg. GCMV, RM-2661.

Descripción

Ascomas de hasta 12 mm de diámetro y 15 mm de altura, aislados y dispersos, cupuliformes, subestipitados, muy adheridos al sustrato por un amasijo de pelos negros entremezclados. Himenio liso, a veces con abolladuras, de color pardo negruzco. Cara externa tomentosa, de color negro. Margen no diferenciado, festoneado, al final involuto y algo ondulado que termina por agrietarse en los ejemplares

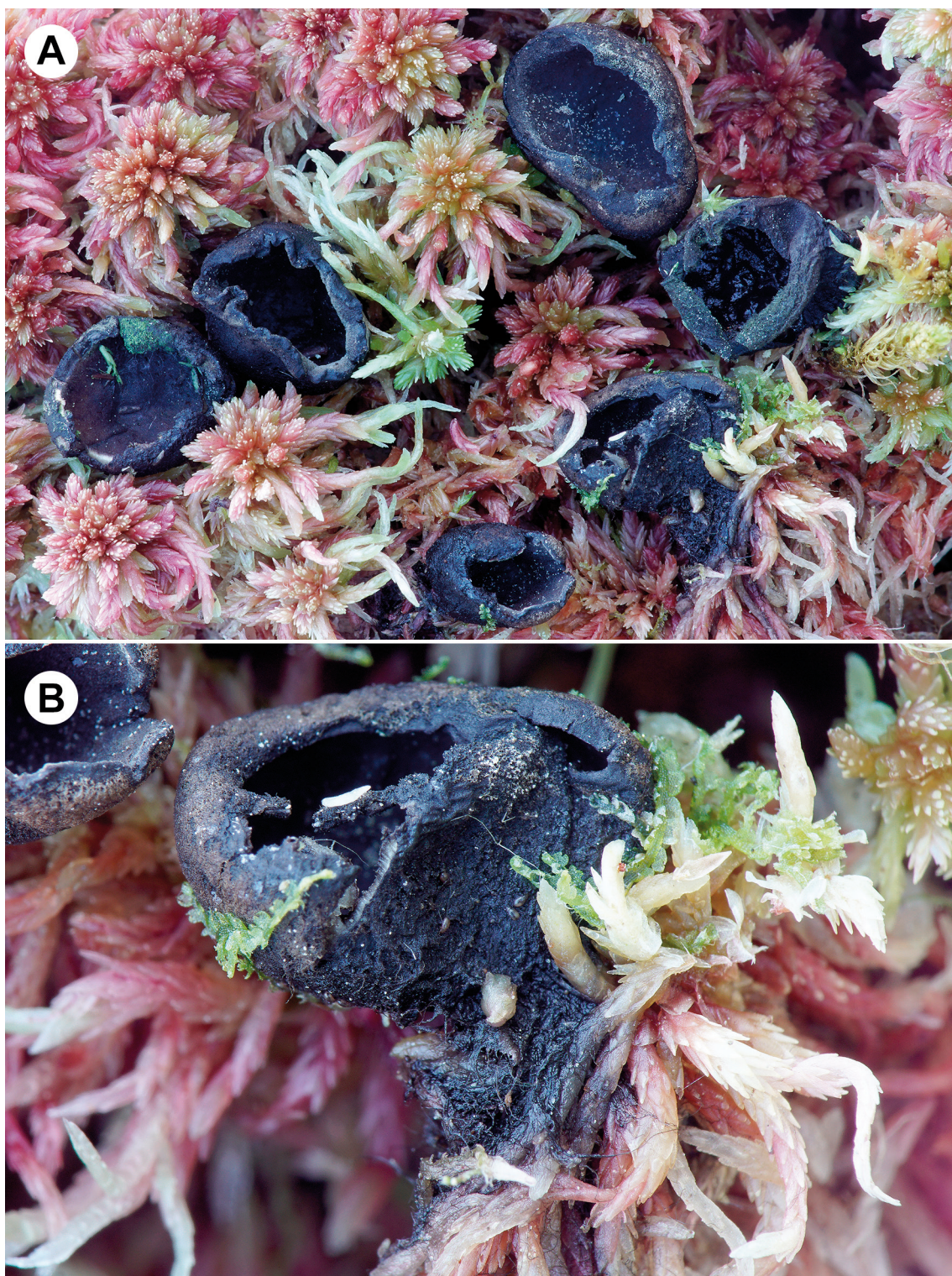


Fig. 11. *Pseudoplectania episphagnum*. RM-2661. A-B: Aspecto macroscópico de los ascomas. B: Detalle de los pelos basales de los apotecios y de la adherencia al sustrato.

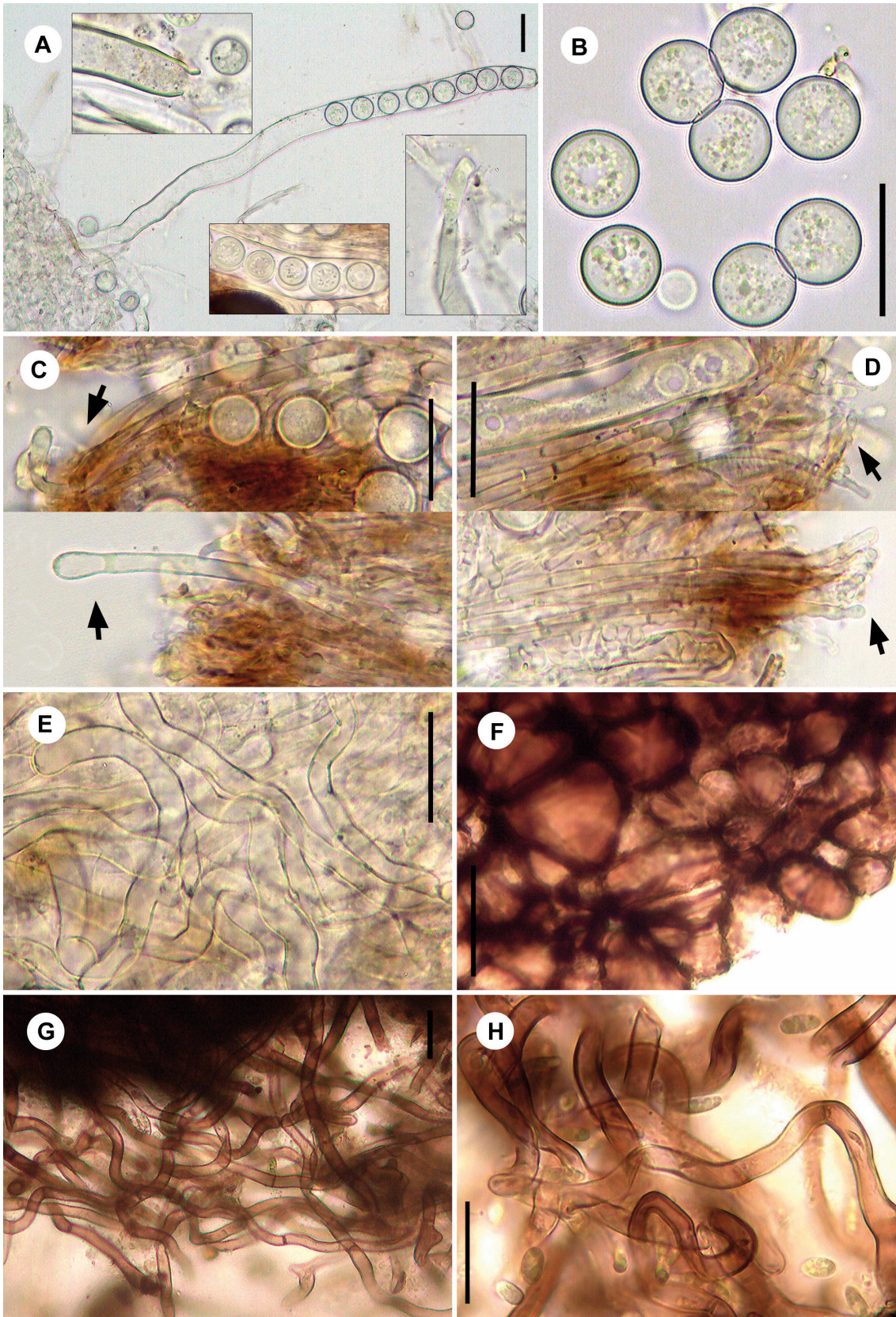


Fig. 12. *Pseudoplectania episphagnum*. RM-2661. A: Asca y detalles (izq.-arriba opérculo, izq.-abajo vaina esporal hialina, asimétrica y excéntrica, dcha.-abajo base aparentemente aporrinca). B: Ascosporas. C: Pelos himeniales. D: Paráfisis. E: Excíspulo medular. F: Excíspulo ectal. G-H: Pelos del excíspulo. Barra = 20 μ m.



viejos. Carne escasa, bastante frágil, de color blanco sucio o grisácea.

Ascosporas de 11,1-13,9 μm de diámetro, $Q = 1$, $n = 44$, esféricas, hialinas, lisas, envueltas en una vaina hialina, asimétrica y excéntrica cuando están todavía dentro del asca, con la pared de 1 μm de grosor y multitud de gúttulas lipídicas pequeñas en su interior que se quedan difusas y muy poco visibles en la esporada en masa. Ascas de 300-400 \times 13-16 μm , $n = 18$, cilíndricas, progresivamente atenuadas hacia la base, operculadas, aparentemente aporrincas (muy difícil de observar), no amiloides, con 8 ascosporas uniseriadas. Paráfisis de 1,8-2,5 μm de grosor, apenas ensanchadas hacia un ápice habitualmente irregular, curvado y a veces bifurcado; multiseptadas, filiformes, a menudo con excrecencias o divertículos en casi toda su longitud aunque son más visibles en el tramo apical, rodeadas de una masa de color pardo oscuro además de un pigmento parietal también del mismo color. Pelos himeniales de 2-3 μm de grosor, cilíndricos, sin septos, con un ápice progresivamente engrosado, claviforme, de unos 5 μm de diámetro, algunos rectos y otros bastante curvados. Excípulo medular de *textura intricata*, formado por hifas cilíndricas, entremezcladas, septadas, curvadas, hialinas, de 3-8 μm de anchura, estrechadas en los tabiques. Excípulo ectal de *textura globulosa angularis*, formado por células poliédricas de 8-24 μm de diámetro, con paredes gruesas de 2,5 μm y pigmentadas de color pardo oscuro. Pelos del excípulo de hasta 600 \times 4-6 μm , ondulados, con el ápice romo y a veces hinchado o claviforme, septados, de color pardo oscuro y con paredes de 1 μm de espesor.

Comentarios

El género *Pseudoplectania* fue descrito por FÜCKEL (1870), para acomodar la especie europea *Pseudoplectania nigrella* (Pers.) Fuckel (= *Peziza nigrella* Pers.) como tipo, caracterizado principalmente por desarrollar ascosporas lisas y esféricas.

CARBONE & al. (2013) realizan estudios filogenéticos dentro de la familia *Sarcosomataceae* y apoyan la independencia de los géneros *Plectania* Fuckel, *Pseudoplectania* Fuckel, *Donadinia* Bellem. & Mel.-Howell, *Sarcosoma* Casp., *Galiella* Nannf. & Korf y *Urnula* Fr.

CARBONE & al. (2014) realizan nuevos estudios filogenéticos centrados en el género *Pseudoplectania*

y confirman la independencia de las especies conocidas *P. nigrella*, *Pseudoplectania melaena* (Fr.) Sacc. y *Pseudoplectania ericae* Donadini, discuten el estatus de *Peziza spongiosa* Peck, describen 2 nuevas especies, *Pseudoplectania affinis* M. Carbone, Agnello & P. Alvarado y *Pseudoplectania tasmanica* M. Carbone, Agnello & P. Alvarado, y también comentan que los resultados moleculares sostienen la independencia de *P. sphagnophila* (Pers.) Kreisel, en el sentido de los autores europeos, pero que su diagnóstico original no se ajusta al concepto moderno de esta especie, por lo que proponen *P. episphagnum*, como nombre para designar la especie que crece en las turberas de *Sphagnum* spp. Además, hacen una clave de *Pseudoplectania* basada en los caracteres morfológicos y ecológicos de las especies. CARBONE & al. (2014) mencionan la diagnosis original de *Peziza melania* var. *sphagnophila* Pers. hecha por Persoon y la realizada posteriormente por Fries para sancionarla como *Peziza melaena* var. *sphagnophila* Pers. Ambos autores parece que estudiaron el material seco, recolectado por Ehrenberg, y registraron en sus diagnosis un tamaño de copa que medía 2,5-3 cm de diámetro y una longitud del estípite de unos 4 mm. Estas medidas contrastan con el concepto moderno de esta especie, por lo que deciden buscar las colecciones originales o duplicados entre muchos de los herbarios para comprobarlas. Lamentablemente, los respectivos curadores informaron que no había muestras de este taxón. CARBONE & al. (2014) también comentan la descripción de *Pseudoplectania nigrella* var. *episphagnum* realizada por FAVRE (1948) e indican que posteriormente fue sinonimizada con *P. sphagnophila* por KREISEL (1962), pero no se citó el material original de esta última especie, que parece estar asociada exclusivamente con *Sphagnum* spp. en zonas pantanosas, es pequeña (10-12 mm de diámetro), con pseudoespicio muy corto y robusto, y con caracteres microscópicos muy similares a los de *P. nigrella*. Por ello, CARBONE & al. (2014) proponen acomodar bajo el epíteto *episphagnum* a la especie actualmente conocida como *P. sphagnophila* que habita en *Sphagnum* y produce apotecios pequeños sin un estipe verdadero, apoyado además en los datos genéticos que sugieren que esta especie debería ser considerada como un taxón hermano independiente de *P. nigrella*. Nosotros hemos seguido este criterio.



EVANGELISTI (2019) describe e ilustra una colección de *P. nigrella* de los Alpes Marítimos (Francia) y comenta que los resultados moleculares obtenidos confirman la diferencia con la especie hermana *P. episphagnum*, asociada exclusivamente con *Sphagnum* en zonas pantanosas y con apotecios poco espitados.

SAITTA (2020) describe e ilustra unas recolectas de *P. ericae* localizadas en Sicilia (Italia) y comenta que *P. episphagnum* tiene apotecios de tamaño similar, pero desarrolla paráfisis con el ápice curvado y está asociado con *Sphagnum* spp. en turberas.

AGRADECIMIENTOS

A Luis Alberto Parra por su ayuda nomenclatural. A Fernando Martínez-Fernández por su ayuda en la búsqueda de información sobre eti-

mología. A Gibert Moyne por sus sabios consejos. A Marcel Vega y Raúl Tena-Lahoz, siempre dispuestos a prestar su ayuda ante cualquier duda que les hemos planteado. A Martin Bemmann, Gernot Friebe, Michel Hairaud, Uwe Lindemann, Peter Püwert, Nicolas Van Vooren, Chris Yeates y otros participantes en el Foro AscoFrance por sus ayudas puntuales en la determinación de algunas colecciones. A David Amo, Luis Ballester, Francisco Cervero, Félix Ezquerro, Félix Jiménez, Miguel Ángel López, Rafa Martínez, Antton Meléndez, Jorge Melón, Manuel Troya y otros socios del Grupo Cultural Micológico Verpa por su ayuda en la localización y determinación de algunas especies. A nuestras mujeres, Nagore, Amelia y M. Carmen por su paciencia ante el tiempo dedicado para este tipo de trabajos.

REFERENCIAS

- AHTI, T., H. DISSING, F.-E. ECKBLAD, H. GJAERUM, A. GRANMO, L. HANSEN, L. KERS, H. KNUDSEN, T. LAESOE, M. LANGE, N. LUNDQVIST, E. OHENOJA, S. RYMAN, L. RYVARDEN, T. SCHUMACHER, J. VERTERHOLT & A.J.S. WHALLEY (2000). *Nordic Macrofungi: Vol. 1. Ascomycetes*. Nordsvamp. Copenhagen.
- BARAL, H.O. (1987). Lugol's solution/IKI versus Melzer's reagent: hemiamyloidity, a universal feature of the ascus wall. *Mycotaxon* 29: 399-450.
- BATTARRA, A.J.A. (1759). *Fungorum agrorum ariminensis historia* ed. 2. Typis Martinianis. Faventiae.
- BERKELEY, M.J. (1875). *Peziza petersii*. *Grevillea* 3(28): 150-151.
- BOUDIER, E. (1900). Champignons nouveaux de France. *Bull. Soc. Mycol. France* 16: 193-200.
- BOUDIER, E. (1905-10). *Icones Mycologicae*. Klincksieck. Paris.
- CAVARA, F. (1894). Ulteriore contribuzione alla micologia lombarda. *Atti dell'Istituto botanico dell'Università di Pavia* 2(3): 313-350.
- CARBONE, M., C. AGNELLO & P. ALVARADO (2013). Phylogenetic studies in the family Sarcosomataceae (Ascomycota, Pezizales). *Ascomycete.org* 5(1): 1-12.
- CARBONE, M., C. AGNELLO & P. ALVARADO (2014). Phylogenetic and morphological studies in the genus *Pseudoplectania* (Ascomycota, Pezizales). *Ascomycete.org* 6(1): 17-33.
- CHIERICI, G. (2004). *Peziza petersii* Berk. A.M.I.N.T. Associazione Micologica e Botanica. *Funghiitaliani.it*. <https://www.funghiitaliani.it/topic/14816-peziza-petersii/>. [consultada el 28 de marzo del 2021].
- COOKE, M.C. (1879). *Mycographia, seu icones fungorum. Figures of Fungi from all parts of the world, drawn and illustrated by M. C. Cooke, M.A., A.L.S., etc. Vol. 1. Discomycetes*. Williams and Norgate. London.
- COSTA, P.P. (2014). *Gibellula* spp. asociadas a aranhas da Mata do Paraíso, Viçosa-MG. Tesis doctoral. Universidade Federal de Viçosa.
- DONADINI, J.C. (1976). *Discomycètes operculées de Provence*. *Bull. Soc. Linn. Provence* 28: 69-89.
- EVANGELISTI, E. (2019). A French collection of *Pseudoplectania nigrella* (Sarcosomataceae, Pezizales) is closely related to endophytic fungi. *Ascomycete.org* 11(6): 285-290.
- EVANS, H.C. & R.A. SAMSON (1987). Fungal pathogens of spiders. *The Mycologist* 1: 152-159.
- FAVRE, J. (1948). Les associations fongiques des haut-marais jurassiens et de quelques régions voisines. *Beitr. Kryptogamenfl. Schweiz*. 10(3): 1-228.
- FRIES, E. (1822). *Systema Mycologicum* 2. Sumtibus Ernesti Mauriti. Gryphiswaldiae.
- FUCKEL, K.W.G.L. (1870). *Symbolae mycologicae. Beiträge zur Kenntniss der Rheinischen Pilze. Jahrb. Nassauischen Vereins Naturk.* 23-24: 1-459.
- HODGE, K.T. (2003). Clavicipitaceous anamorphs: 71-118. In: WHITE, J.F. & al. (eds.), *Clavicipitacean Fungi: Evolutionary Biology, Chemistry, Biocontrol, and Cultural Impacts*. Marcel Dekker. New York.
- JAMONI, P.G. (2001). Reperti rari e nuovi della zona montana e subalpina della Valsesia. *Fungi non Delineati* XIV: 2-20. https://www.mycodb.fr/key.php?file=Pezizes_Jamoni.cle#4cs1. [consultada el 26 de marzo del 2021].

- KREISEL, H. (1962). Pilze der Moore und Ufer Norddeutschlands. *Westfäl. Pilzbriefe*. 3(5): 74-77.
- KUBÁTOVÁ, A. (2004). The arachnogenous fungus *Gibellula leiopus* – second find from the Czech Republic. *Czech Mycol.* 56 (3-4): 185-191.
- LABBÉ, R. (2015). *Peziza petersii* Berkely. *Mycoquebec.org*. <https://www.mycoquebec.org/bas.php?trie=P&l=1&nom=Peziza%20petersii%20/%20P%C3%A9zize%20de%20Peters&tag=Peziza%20petersii&gro=86>. [consultada el 30 de marzo del 2021].
- LE GAL, M. (1947). *Galactinia proteana*. Recherches sur les ornements sporales des Discomycètes operculés. *Ann. Sci. Nat. Bot. Ser.* 11(8): 73-297.
- LINDEMANN, U. (2013). Ärger mit *Tricharina Eckblad*. Über eine schwierige Gattung operculater Discomyceten. *Mycol. Bavar.* 14: 37-51.
- MAINS, E.B. (1950). The genus *Gibellula* on spiders in North America. *Mycological Society of America* 42: 306-321.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & A. CABALLERO (2015). Ascomycetos raros o interesantes de La Rioja, España (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 73-88.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & A. CABALLERO (2016). Ascomycetos raros o interesantes de La Rioja, España (II). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 79-100.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & F. MARTÍNEZ (2017). Ascomycetos raros o interesantes de La Rioja, España (III). *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 67-89.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & F. MARTÍNEZ (2018). Ascomycetos raros o interesantes de La Rioja, España (IV). *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 11-40.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & F. MARTÍNEZ (2019). Ascomycetos raros o interesantes de La Rioja, España (V). *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 47-70.
- MARTÍNEZ-GIL, R., C.M. PÉREZ DEL AMO & A. EZQUERRO (2020). Ascomycetos raros o interesantes de La Rioja, España (VI). *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 47-75.
- MAUBLANC, A. (1920). Contribution à l'étude de la flore mycologique brésilienne. *Bull. Soc. Mycol. France* 36: 33-43.
- MEDARDI, G. (2006). *Ascomyceti d'Italia*. A.M.B. Trento.
- PEÁN, R., J. MOMAND & C. BOUET (2020). *Daleomyces petersii* (Berkeley) Van Vooren (2020). Base de données mycologique. *MycoDB*. <https://www.mycodb.fr/list.php>. [consultada el 25 de marzo del 2021].
- RAE. (s. d.). *Diccionario de la Lengua Española*. <http://lema.rae.es/drae/?val> [consultada durante abril y mayo de 2021].
- ROTH, J.-J. & N. VAN VOOREN (2016). Note sur *Gibellula pulchra* (Hypocreales), un hyphomycète parasite des araignées. *Ascomycete.org* 8(2): 77-82.
- RUBIO, E. (s. d.a). *Helvella calycina*. *Centro de Estudios Micológicos Asturianos (CEMAS)*. <http://www.centrodeestudiosmicologicosasturianos.org/?p=31488> [consultada el 28 de mayo de 2021].
- RUBIO, E. (s. d.b). *Peziza petersii*. *Asturnatura.com*. <https://www.asturnatura.com/especie/peziza-petersii.html> [consultada el 28 de marzo de 2021].
- RUBIO, E., F.J. BALDA & M. TAPIA (2016). Algunos ascomycetos interesantes del noroeste de la Península Ibérica. II. *Errotari* 13: 56-82.
- SACCARDO, P.A. (1877). Fungi veneti novi vel critici vel mycologicae venetae addendi. *Michelia* 1: 1-115.
- SAITTA, S. (2020). Prima segnalazione per la Sicilia di *Pseudoplectania ericae* e *Donadinia lusitanica* (Ascomycota, Pezizales). *Ascomycete.org* 12(2): 47-56.
- SEEVER, F.J. (1942). *The North American Cup-fungi (Operculates)*. Published by the Author. New York.
- SETCHELL, W.A. (1924). Three new fungi. *Mycologia* 16(5): 240-244.
- SIQUIER, J.L., J.C. SALOM, M. VEGA, A. PINTOS, & J. LLISTOSELLA (2018). Contribució al coneixement micològic de les Illes Balears (Espanya). XXIV. *Revista Catalana de Micologia* 39: 3-22.
- SKREDE, I., L. BALLESTER-GONZALVO, C. MATHIESEN & T. SCHUMACHER (2020). The genera *Helvella* and *Dissingia* (Ascomycota: Pezizomycetes) in Europe – Notes on species from Spain. *Fungal Systematics and Evolution* 6: 65-93.
- SKREDE, I., T. CARLSEN & T. SCHUMACHER (2017). A synopsis of the saddle fungi (*Helvella*: Ascomycota) in Europe – species delimitation, taxonomy and typification. *Persoonia* 39: 201-253.
- SPOONER, B. (2001). *Peziza petersii*. Key to *Peziza*. *Fungi of Great Britain and Ireland*. <http://fungi.myspecies.info/content/peziza-key-0>. [consultada el 31 de marzo de 2021].
- STIELOW, B., G. HENSEL, D. STROBELT, H.M. MAKONDE, M. ROHDE, J. DIJKSTERHUIS, H.P. KLENK & M. GÖKER (2013). *Hoffmannoscypha*, a novel genus of brightly coloured, cupulate Pyrenomataceae closely related to *Tricharina* and *Geopora*. *Mycol. Progr.* 12: 675-686.
- VAN VOOREN, N. (2003). Étude systématique et nomenclaturale des pézizes blanches III. *Peziza proteana* et sa forme sparassoides. *Bull. Mycol. Bot. Dauphiné-Savoie* 170: 47-58.
- VAN VOOREN, N. (2020). Reinstatement of old taxa and publication of new genera for naming some lineages of the Pezizaceae (Ascomycota). *Ascomycete.org* 12(4): 179-192.
- VAN VOOREN, N., U. LINDEMANN, M. VEGA, M.A. RIBES, T. ILLESCAS, N. MATOČEC & I. KUŠAN (2015). *Lachnea poiraultii* (Pezizales), rediscovered after more than one hundred years. *Ascomycete.org* 7(3): 105-116.
- VIZZINI, A., G. MEDARDI, H. TAMM, N. FORIN, S. VOYRON & E. ERCOLE (2020). Study and clarification of *Peziza petersii* y *P. proteana* (Ascomycota, Pezizaceae), and *Underwoodia campbellii* resurrected for the “cabbage-head fungus” (formerly *P. proteana* f. *sparassoides*). *Mycol. Progr.* 19: 505-523.
- VULLEMIN, P. (1911). Les *Isaria* de la famille des *Verticilliacées* (*Spicaria* et *Gibellula*). *Bull. Soc. Mycol. Fr.* 27: 27-82.
- WANG, X.C., T.Z. LIU, S.L. CHEN, Y. LI & W.Y. ZHUANG (2019). A four-locus phylogeny of rib-stiped cupulate species of *Helvella* (Helvellaceae, Pezizales) with discovery of three new species. *MycoKeys* 60: 45-67.



Hongos macromicetos “no recolectables” de Castilla y León. Hacia una lista roja para su protección

VELASCO, J.M.¹

¹C/ Pontevedra, 18, 1.ºC, 37003 Salamanca, Salamanca, España. E-mail: juanmvs@telefonica.net

Resumen: VELASCO, J.M. (2021). Hongos macromicetos “no recolectables” de Castilla y León. Hacia una lista roja para su protección. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 71-95. Se analizan los criterios y categorías establecidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) para la evaluación de especies amenazadas con peligro de extinción; igualmente, se muestran otros criterios y adaptaciones de aquellos al reino *Fungi*. Se pasa revista a lo publicado en España sobre listas rojas de hongos y listas de hongos amenazados, y se propone una lista de 15 especies “no recolectables” para la Comunidad Autónoma de Castilla y León, dando concreción al artículo 7.2 del Decreto 30/2017 de la Junta de Castilla y León.

Palabras clave: Lista roja de hongos, especies amenazadas de hongos, especies no recolectables de hongos, Castilla y León.

Summary: VELASCO, J.M. (2021). “Non-collectible” macromycete fungi from Castilla y León. Towards a red list for their protection. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 71-95. The criteria and categories established by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) for the evaluation of threatened species with danger of extinction are analyzed; likewise, other criteria and adaptations to the Fungi kingdom are shown. Everything published in Spain on red lists of fungi and lists of threatened fungi is reviewed, and a list of 15 “non-collectible” species is proposed for the Autonomous Community of Castilla y León, in accordance with the article 7.2 of Decree 30/2017 of the Junta de Castilla y León.

Keywords: Red list of fungi, threatened species of fungi, non-collectible species of fungi, Castilla y León.

INTRODUCCIÓN

En la regulación del aprovechamiento micológico de una región o nación, las administraciones deben tener en cuenta que existen especies de hongos que, por circunstancias fisiológicas o ecológicas, producen escasos cuerpos de reproducción -lo que llamamos popularmente setas- considerando a dichos hongos como especies raras que necesitan protección para evitar su extinción.

Hay que tener presente que algunas especies de hongos están amenazadas por la pérdida del hábitat en el que se desarrollan, la pérdida de hospedadores simbióticos, la contaminación del medio en el que viven, la sobreexplotación en la recolección, la fragmentación de los ecosistemas, las roturaciones de zonas forestales y el cambio climático. La gran mayoría de especies de hongos macromicetos no se han evaluado, por lo que se proponen listas rojas de especies amenazadas para información del público y de los responsables políticos de cara a reducir su declive y evitar la extinción de especies. Por ello, una lista roja se

debería publicar después de un periodo de evaluación sobre especies elegidas *a priori*. No hay que olvidar que la extinción de especies es un proceso estocástico; es decir, probabilístico, no determinista; ya que asignar a un taxón una categoría de alto riesgo de extinción implica una alta probabilidad de extinción, dentro de un margen de tiempo considerado.

Así pues, se debe conocer este elenco de especies para que sean objeto de protección y evitar que los recolectores retiren del campo sus carpóforos, evitando con ello su desaparición. En la Comunidad Autónoma de Castilla y León, para dar cumplimiento al artículo 7.2. del Decreto 31/2017 (“La consejería competente en materia de patrimonio natural establecerá mediante orden las especies de setas silvestres que se consideren no recolectables en la totalidad o en parte de la Comunidad de Castilla y León”), se debe establecer una lista de “especies no recolectables”, concepto que se aproxima al de “amenazadas”, pero que conlleva un matiz diferenciador. Como “no recolectable”



debemos entender que son especies que forman cuerpos reproductores de un cierto tamaño -grandes o medianos; es decir, tamaño mínimo de 2 cm en alguna de sus dimensiones- que son los que un recolector siempre va buscando, no reparando en aquellos que forman carpóforos muy pequeños o pequeños. Además, bastantes especies de esas setas forman parte de géneros o familias en los que hay otras especies con cierto aprovechamiento como comestibles y/o medicinales, pudiéndose, en algunos casos, confundir con ellas.

Por todo ello, proponemos una lista inicial de 15 especies, que se describen e ilustran en 15 fichas, con el propósito de evitar recolectas no deseables. Esta lista de "especies no recolectables" se podrá ampliar en un futuro y debería ser la base para componer una futura lista roja de hongos amenazados de Castilla y León, aunque para ello proponemos al final de este trabajo una serie de condiciones o necesidades que se deberían cumplir para hacerlo de la forma más rigurosa posible.

Hasta la fecha, se han elaborado "listas rojas de hongos" a instancia de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, en inglés IUCN), existiendo una "Lista roja de hongos amenazados internacional" con 200 especies publicadas (125 especies son europeas) en 2019 (VV. AA., 2019). Una "lista roja" es el conjunto de seres vivos cuya existencia o supervivencia está comprometida por las actividades humanas o por otro tipo de amenazas. No tiene valor legislativo, es simplemente un documento que pretende atraer la atención de los científicos y de los usuarios sobre el carácter sensible de una especie concreta que convendría revisar y proteger (VV. AA., 2008).

Europa es el continente mejor conocido a nivel micológico por los años de estudio que han transcurrido, unos 250 años estudiando los hongos de forma científica, por parte de muchos micólogos. En este continente existe, desde 1989, el European Council for the Conservation of Fungi (ECCF), creado en 1985 con el nombre de European Committee for Protection of Fungi (ECPF), que se preocupa por estudiar las especies de hongos europeas amenazadas. Este organismo ha publicado una "Lista roja europea" de 33 especies (DAHLBERG & CRONEBORG, 2003) que en el año 2001 propone para su inclusión en la Convención de Berna y

para ser presentada al Consejo de Europa; en este trabajo hay una colaboración española por parte de Enric Gracia, por encargo de Francisco de Diego Calonge, y en el que han participado 32 micólogos más (GRACIA, 2003), que aporta una lista de 20 hongos de España, a la que llamaremos "Lista roja de hongos española para el ECCF". Algunos países europeos tienen ya una lista roja de hongos o están en proceso de preparación de la misma, existiendo un conocimiento dispar según los países (SENN-IRLET & *al.*, 2007). En España, se publicó, en 1987, un *Libro rojo de las plantas de la Península Ibérica y Baleares*, por parte del ICONA, pero no se ha publicado nada similar en relación con los hongos, desde la administración central, y en 1989 se aprobó y publicó la *Ley 4/1989, de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna silvestres*, con un capítulo dedicado a la "catalogación de especies amenazadas", estableciendo cuatro categorías: a) en peligro de extinción, b) sensibles a la alteración de su hábitat, c) vulnerables y d) de interés especial.

La primera lista roja española de hongos publicada fue una propuesta por CALONGE (1993), con 153 taxones, añadiendo otros 44 posteriormente (CALONGE, 2004), subjetiva y hecha en base a su extenso conocimiento de muchos años de estudio micológico y andanzas por toda la geografía española. Posteriormente, se ha confeccionado otra lista auspiciada por el Ministerio de Educación (MEC) y la FECYT (VV. AA., 2008), con la aportación del Grupo de Trabajo Hispano-Luso para la conservación que se reunió en Bragança (Portugal), con motivo de las Jornadas Micológicas 2006; el listado borrador manejado contenía 365 especies, quedando la lista definitiva reducida a 67 taxones (10 de los cuales están presentes en nuestro listado). A nivel regional solo conocemos los estudios de SALCEDO (2008) para el País Vasco-Cantabria (con 75 especies), el de la IHOBE, Sociedad Pública de Gestión Ambiental (IHOBE, 2010, 2011) para el País Vasco (con 37 especies), el trabajo de MARCOS *et al.* (2006) para Castilla y León (con 151 taxones), el de VV. AA. (2015) para Aragón (con 42 especies), el del ICHN (2010) para Cataluña (con 20 especies de hongos), el de la CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE (2012) para Andalucía (con 17 especies), el de la SOCIEDAD MICOLÓGICA DE



MADRID (2004) para la Comunidad de Madrid (con 54 especies) y la conferencia de CALONGE (2008) sobre la lista roja de hongos para Castilla-La Mancha (con 67 especies).

CATEGORÍAS Y CRITERIOS

La UICN afirma que las categorías y criterios establecidos deben aplicarse a todos los grupos de organismos y de la misma manera en todos los sitios para que se puedan hacer comparaciones cuantitativas posteriores (UICN, 2012a; IUCN, 2020). Las especies se han de evaluar según cinco criterios (Fig. 1): A) Disminución del tamaño poblacional, B) Distribución geográfica (área de presencia y/o área de ocupación), C) Tamaño pequeño de la población y disminuyendo, D) Tamaño muy pequeño de la población o restringida y E) Análisis de la probabilidad de extinción, empleándose el Análisis de Viabilidad Poblacional (AVP). De las once categorías establecidas por la UICN (Fig. 1) para evaluar la situación de las especies, tres son las que colectivamente se pueden aplicar a las “especies amenazadas”: en peligro crítico (CR en inglés), en peligro (EN en inglés) y vulnerable (VU en inglés); a estas se podría añadir una cuarta, casi amenazada (NT en inglés). Una especie se considera extinguida (EX), en un área geográfica determinada, si hay constancia (publicación o *ex-siccatum*) de su existencia y no se ha observado en los últimos 50 años, este parece que sería el caso de *Laricifomes officinalis* (Vill.) Kotl. & Pouzar para España, del que solo se conserva una muestra en el Herbario de Criptogamia de Madrid (MA-Fungi 3583, como *Fomitopsis officinalis*), procedente de Puerto de Mingallo (Teruel) y recolectada sobre *Pinus nigra* (pino laricio) en 1917, aunque desconocemos si se ha identificado molecularmente.

En los hongos macromicetos, lo que observamos en el campo son los cuerpos de reproducción o carpóforos (ascomas, basidiomas, etc.), pero no observamos al resto del organismo (micelio) por estar enterrado en el suelo, incluido en un hospedador o en otro sustrato. Por lo tanto, son muy diferentes a plantas y animales. Además, solo se pueden observar cuando fructifican, lo que sucede de forma impredecible, tanto en el tiempo como en el espacio, puesto que dicho proceso reproductivo depende de muchos factores o variables. Incluso,

para determinar una población como “número total de individuos de un taxón” (UICN, 2012a), en el caso de los hongos es imposible, pues los micelios como individuos u organismos están bajo tierra o incrustados en madera, etc.; es como si quisiéramos saber cuántos manzanos forman las manzanas que vemos asomadas en el suelo, pero con la circunstancia de que los manzanos crecieran bajo tierra. Solo en el caso de observar una única seta o grupo de setas connotas podemos inferir que hay un solo micelio dicariótico que lo ha formado.

Esto nos debe hacer reflexionar sobre la adaptación de los criterios de la UICN a los hongos; en este sentido DAHLBERG & MUELLER (2011) indican toda una serie de problemas para adaptar los criterios de la UICN a los hongos y algunas propuestas como considerar, en géneros de agaricales, que cada 2-10 carpóforos se considere un individuo funcional o maduro para poder cuantificar el tamaño de las poblaciones; y afirman que se asume que en hongos terrestres, carpóforos separados 10 m o más son individuos funcionales distintos o con genotipo separado. También GARCÍA-ROLLÁN (1999) expuso una serie de inconvenientes. Adaptaciones más sencillas y subjetivas o intuitivas es lo que se ha hecho, inicialmente, en muchos países y regiones, incluida la Península Ibérica con 67 especies amenazadas (VV. AA, 2008), así como en el País Vasco-Cantabria (SALCEDO, 2008) con 75 especies amenazadas, y en Castilla y León con 151 taxones preliminares (MARCOS & *al.*, 2006), por citar sólo tres casos.

En este sentido, es de destacar la adaptación que hace CALONGE (1993), al emplear las cuatro categorías de la Ley 4/1989, cuando elabora la primera propuesta de “Lista roja de hongos para España” con 153 taxones (de los cuales 104 son *Gasteromycetes*, su grupo favorito), posteriormente publica otra lista roja con solo 44 especies para añadir a la anterior (CALONGE, 2004). Sí se ajustan a las categorías y criterios de la UICN (2012b) la lista del Grupo de Trabajo del País Vasco-Cantabria, seleccionando cuatro categorías de especies amenazadas, las tres de la UICN con una diferenciación adicional en la categoría “vulnerable” (SALCEDO, 2008); aunque después (IHOBE, 2010) se establece una evaluación de solo 21 taxones con las tres categorías de especies amenazadas

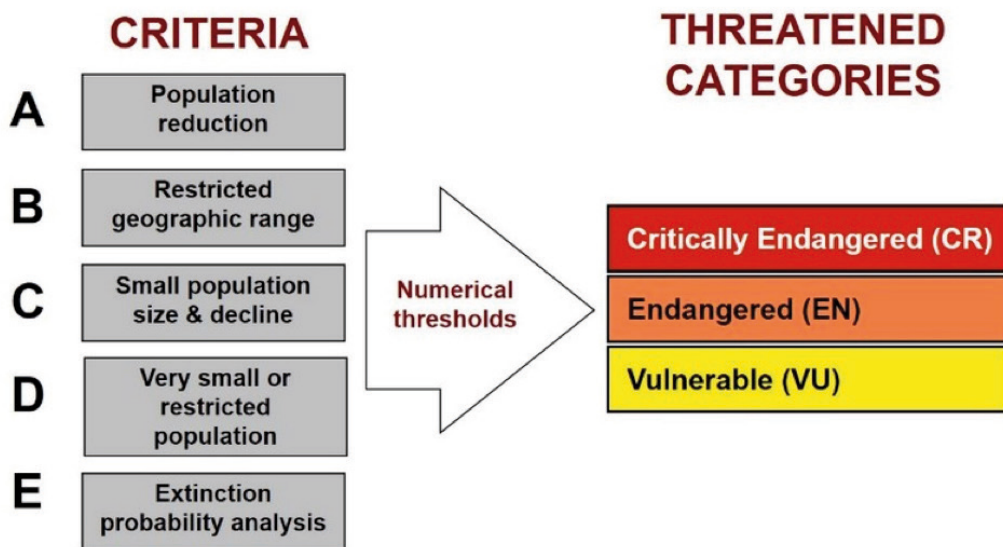
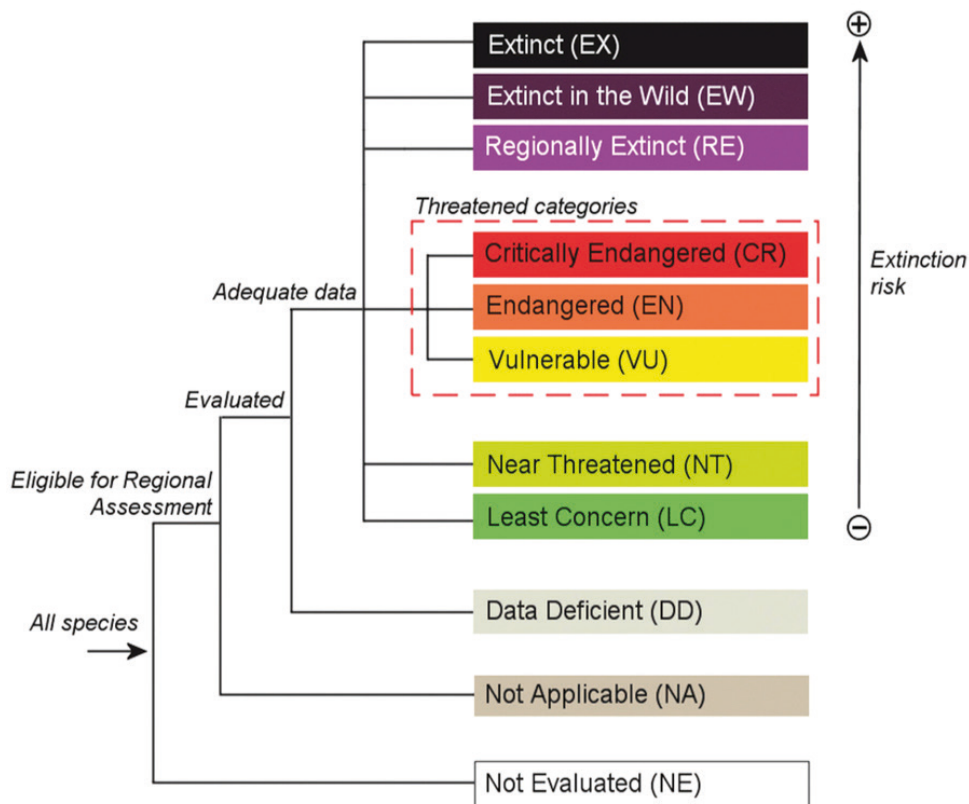


Fig. 1. Arriba: Categorías establecidas por la UICN. Abajo: Criterios (A-E) para asignar dichas categorías. Fuente: IUCN (2020).

de la UICN (en peligro crítico [CR], en peligro [EN] y vulnerable [VU]), las cuales se deberían poder asignar, cada una de ellas, sobre la base de los cinco criterios de la UICN (2012b); posteriormente,

hacen lo propio pero con 37 especies presentes solo en el País Vasco (IHOBE, 2011).

El mayor problema estriba en cómo ajustar los valores cuantificables: tamaño de la población



B. Distribución geográfica representada como extensión de presencia (B1) Y/O área de ocupación (B2)			
	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
B1. Extensión de presencia (EOO)	< 100 km ²	< 5.000 km ²	< 20.000 km ²
B2. Área de ocupación (AOO)	< 10 km ²	< 500 km ²	< 2.000 km ²
Y por lo menos 2 de las siguientes 3 condiciones:			
(a) Severamente fragmentada, O Número de localidades	= 1	≤ 5	≤ 10
(b) Disminución continua observada, estimada, inferida o proyectada en cualesquiera de: (i) extensión de presencia; (ii) área de ocupación; (iii) área, extensión y/o calidad del hábitat; (iv) número de localidades o subpoblaciones; (v) número de individuos maduros			
(c) Fluctuaciones extremas en cualesquiera de: (i) extensión de presencia; (ii) área de ocupación; (iii) número de localidades o subpoblaciones; (iv) número de individuos maduros			

Fig. 2. Desglose del criterio B de la UICN, usado en este trabajo. Fuente: UICN (2012b).

como número de individuos, o el porcentaje de retroceso de las poblaciones, por ejemplo. En el anexo 1 de las "Directrices para el uso de los criterios" se incluyen algunos ejemplos, pero solo hay uno del reino *Fungi*, el de un hongo liquenzado (*Collema curtisporum*) que vive como epífito sobre los troncos de álamos boreales, por lo cual se asemeja más a una planta, para el objetivo que nos ocupa, ya que puede observarse a lo largo de un periodo prolongado de tiempo y cuantificar su población. En la "Lista roja de hongos de la Península Ibérica" (VV. AA., 2008) se proponen cinco categorías (0 a 4), sobre el grado de rareza, pero empleando unos términos de los que se infiere una apreciación subjetiva de nuevo, desde especies extinguidas a potencialmente amenazadas; las tres últimas podrían hacerse equivalentes a las tres categorías de especies amenazadas de la UICN: en peligro crítico (CR) equivalente a la categoría 2 (fuertemente amenazadas, especies raras), en peligro (EN) equivalente a la categoría 3 (especies amenazadas, especies raras o dispersas) y vulnerable (VU) equivalente a la categoría 4 (especies potencialmente amenazadas, especies que se observan en regresión).

Criterios generales de selección preliminar de taxones

Para establecer algún tipo de cuantificación en la selección de taxones, hemos acudido al criterio B2 (Fig. 2) de los cinco de la UICN y a sus apartados "a" y "b(iv)" (UICN, 2012b); por tanto, nos hemos decantado por asignar las categorías de

especies amenazadas (CR, EN, VU) por criterios de distribución geográfica y fragmentación de su área de distribución.

Por otro lado, con el fin de establecer una relación entre el índice de rareza (IR) que ya utilizamos para la "Lista roja preliminar de Castilla y León" (MARCOS & *al.*, 2006), la distribución geográfica (criterio B2) y las categorías de especies amenazadas de la UICN, hemos elaborado una equivalencia práctica que aplicamos en este trabajo:

Vulnerable (VU): Especies citadas en más de 3 provincias, pero con una presencia en claro retroceso (IR = 1 y 2) y no sobrepasando el número total de 10 citas. Si alguna especie sobrepasase por poco estos parámetros se consideraría "casi amenazada" (NT, de Near Threatened en inglés).

En peligro (EN): Especies citadas en 3 provincias o citada tres veces en la misma provincia, no sobrepasando el número total de cinco citas (IR = 3 y 4).

En peligro crítico (CR): Especies citadas como máximo una sola vez en dos provincias o dos veces en una sola provincia (IR = 5). Las citas diferentes, pero de la misma localidad, se consideran una sola; pues en la UICN se define "localidad" como área geográfica o ecológica distintiva en la cual un solo acontecimiento amenazante puede afectar rápidamente a todos los individuos del taxón presente.

Teniendo en cuenta todo esto, hemos seleccionado una serie de criterios que consideramos razonables (Fig. 3) para confeccionar una lista preliminar de taxones de "especies no recolecta-



1. Especies de hongos macromicetos epigeos no liquenizados y con carpóforos maduros medianos o grandes (al menos 2 cm en alguna de sus dimensiones).
2. Taxones con categoría de especie y que no presenten problemas taxonómicos para su identificación, como las especies crípticas y otras.
3. Especies con material de herbario en micotecas consultables o citadas en publicaciones.
4. Especies consideradas muy raras o raras (muy baja o baja frecuencia de presencia) en el conjunto de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Esta estimación, se ha realizado con una cierta cuantificación al contabilizar las veces que ha sido citada y las <i>exsiccata</i> de herbario que se conservan; con ello nos ajustamos al criterio B de la UINC.
5. Especies con poblaciones de muy escasa producción de carpóforos (abundancia muy escasa), uno o pocos carpóforos en un radio de 10 m.
6. Especies en hábitats muy específicos y de escasa presencia o sobre sustratos u hospedadores (en parásitas) muy específicos y raros en la Comunidad Autónoma de Castilla y León.
7. Especies en las que se haya constatado la disminución de sus poblaciones (por el número de carpóforos) en investigaciones de los últimos 30 años, por exceso de recolección, por cambio climático u otra causa.
8. Especies con un interés científico (por su posición taxonómica y evolutiva), cultural, indicadora de alguna característica del medio (aridez, turbera, carbón), etc., o por ser objeto de investigación y que sea escasa.
9. Especies que sean raras o escasas en Castilla y León y figuren en la Lista roja de hongos de España o en la Lista roja de hongos de Europa.
10. Especies que no hayan sido creadas en los últimos 20 años, de las cuales existen muy pocas referencias.

Fig. 3. Criterios generales de selección de taxones para una lista de "especies no recolectables".

bles" que sirva para desarrollar el artículo 7.2. del Decreto 31/2017,

Para que el lector se haga una idea precisa de la fragmentación de las áreas de extensión de presencia (área contenida dentro de los límites imaginarios continuos más cortos que pueden dibujarse para incluir todos los sitios conocidos, inferidos o proyectados en los que un taxón se encuentre presente) y de la ubicación de las áreas de ocupación (área dentro de la "extensión de presencia" que es ocupada por un taxón) de estas especies seleccionadas, se muestra, en las fichas, la localización de las citas bibliográficas y registros de herbario en un mapa de Castilla y León, con los límites de provincias y municipios.

Para las citas bibliográficas hemos acudido, principalmente, a las fuentes que mostramos más abajo de forma sintética, además de a los Cuadernos de Trabajo de las *Bases Corológicas de Flora Micológica Ibérica* (números 9, 11, 12, 13, 15, 19) todos recopilados en VELASCO (2014, 2018, 2020), así como al trabajo previo que hicimos (MARCOS, & al., 2006) en el que se aunó información de la

experiencia de campo de diversos expertos de diferentes provincias de Castilla y León, y se anotó la provincia o provincias en las que se había observado cada especie propuesta en la lista roja preliminar.

Citas bibliográficas:

Ávila (Av):

SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, J.A. (2004). *Guía de hongos de la provincia de Ávila*.

ARAMENDI, R. & H. GONZÁLEZ (2007). *Setas de Ávila*.

ARAMENDI, R. (2013). Aportaciones corológicas de macromicetos poco citados, o infrecuentes, en la provincia de Ávila. En: *Cincuenta años de cultura abulense*.

CAMPOS, J.C. & al. (2008). Amanita gioiosa, una especie mal conocida en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 41-50.

Burgos (Bu):

ROJO, C. (2011). *Catálogo de hongos de Burgos*.

León (Le):

ANDRÉS, J. & al. (1999). *Guía de hongos de la Península Ibérica* (edición ampliada de otra de 1990 referente al noroeste peninsular, León).

Palencia (P):

FRAILE, R. (2012). *Catálogo micológico de la provincia de Palencia*.

Salamanca (Sa):

ELENA, S. (2007). *Contribución al conocimiento micológico de la provincia de Salamanca (España)*.

VALLE, C. & al. (2005). *Setas de Salamanca*.

VELASCO, J.M. & al. (2015). Inventario micológico de la provincia de Salamanca (IMSA). *Bol. Micol. Lazarillo*. Cuaderno especial 2: 1-225.

Segovia (Sg):

CUESTA, E. & al. (1994). *Setas de la provincia de Segovia*.

Soria (So):

FERNÁNDEZ-TOIRÁN, M. & F. MARTÍNEZ-PEÑA (1999). *Los hongos en los montes de Soria*.

Valladolid (Va):

GARCÍA-BLANCO, A. & al. (2016). *Inventario micológico de la provincia de Valladolid I*.

Zamora (Za):

MARTÍN-GONZÁLEZ, B. (2009). *Atlas micológico de la provincia de Zamora I*.



MARTÍN-GONZÁLEZ, B. (2020). *Atlas micológico de la provincia de Zamora II*. [citado en Referencias].

Castilla y León (CyL):

CALZADA, A. (2007). *Guía de los boletos de España y Portugal*.

GARCÍA-BLANCO, A. & J.A. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ (2009). *Setas de la Península Ibérica y de Europa*.

LLAMAS, B. & A. TERRÓN (2005). *Guía de campo de los hongos de la Península Ibérica*.

ORIA DE RUEDA, J.A. & *al.* (2007). *Hongos y setas. Tesoro de nuestros montes*.

SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ J.A. & A. GARCÍA-BLANCO (2008). *Atlas de los hongos de Castilla y León*.

VELASCO, J.M. (2018). *Inventario micológico de Castilla y León (IMCAL-1)*.

VELASCO, J.M. (2020). *Inventario micológico de Castilla y León (IMCAL-2)*.

Para las *exsiccata* de herbarios hemos consultado las siguientes **micotecas**:

-LEB-Fungi (Departamento de Botánica de la Universidad de León).

-LAPAG (Luis Alberto Parra Sánchez).

-LAZA (Sociedad Micológica Salmantina Lazarillo).

-MA-Fungi (Jardín Botánico de Madrid).

-SALA-Fungi (Departamento de Botánica de la Universidad de Salamanca).

-VALONSADERO-Fungi, antes JCYL-Fungi (Centro de Investigaciones Forestales de Valonsadero, Soria).

Además, hemos consultado el **repositorio de gbif.es**: <https://registros.gbif.es/>

SELECCIÓN DE ESPECIES NO RECOLECTABLES EN CASTILLA Y LEÓN

La Junta de Castilla y León, a través de la Consejería de Medio Ambiente, encargó a la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL) la elaboración de una lista de hongos macromicetos productores de setas que se incluiría en una Orden que desarrollaría el artículo 7.2 del Decreto 31/2017.

Inicialmente, se confeccionó una lista con 40 especies de macromicetos no recolectables, con la colaboración de distintas asociaciones micológicas

de nuestra federación (FAMCAL), sobre criterios subjetivos de rareza, mediante apreciación personal por los expertos de dichas asociaciones, cada una de las cuales propuso una lista concreta; y a partir de éstas se eligieron aquellas especies que eran apuntadas por al menos dos asociaciones. Después de ciertas vicisitudes, se nos propuso una reducción de las mismas y la inclusión de unos criterios para la selección de “especies no recolectables”, de la distribución geográfica de las mismas y de una ficha informativa con la descripción de cada especie para que las especies se pudieran identificar no solo por los micólogos sino también por los recolectores de setas. Pues bien, aplicando los criterios establecidos en la figura 3 hemos asignado una de las categorías de especies amenazadas establecidas por la UICN a cada especie. Su descripción, fotografía, distribución y demás datos se muestran en las fichas redactadas que figuran al final de este trabajo.

Listado de especies no recolectables y su distribución

Se han seleccionado, en esta primera aproximación, un total de 15 especies (Fig. 4), en las que creemos debe priorizarse su protección. Se han ordenado por grupos siguiendo la secuencia siguiente (el número de taxones de cada grupo se indica entre paréntesis): boletales (6), afiloforales (3), agaricales (4) y gasterales (2); y se indican las provincias donde están citadas. En un futuro se podría ampliar dicha relación en función de los conocimientos que vayamos adquiriendo.

Deseamos que el conocimiento de estas “especies no recolectables”, a través de las fichas que exponemos, eviten su recogida por parte de los recolectores esporádicos y profesionales en Castilla y León.

FICHAS EXPLICATIVAS DE LAS ESPECIES NO RECOLECTABLES

Para la redacción de estas fichas explicativas de las “especies no recolectables” nos hemos fijado en cuatro documentos: la “Lista roja de Europa” (DAHLBERG & CRONEBORG, 2003), la “Lista roja de la Península Ibérica” (VV.AA., 2008), la “Lista roja del País Vasco” (IHOBE, 2011) y la “Lista de



Nº	ESPECIES	PROVINCIAS
1	<i>Aureoboletus gentilis</i>	Av, Bu, Le, Sa, Za
2	<i>Phylloporus pelletieri</i>	Av, Le, Sa
3	<i>Porphyrellus porphyrosporus</i>	Av, Le, P, Sa, Sg
4	<i>Strobilomyces strobilaceus</i>	Av, Le, P, Sa, Sg, So
5	<i>Tylopilus felleus</i>	Bu, Sa, So
6	<i>Gomphidius roseus</i>	Av, Bu, Le, Sa, Sg, So, Za
7	<i>Hericium coralloides</i>	Le, P, Sa, So, Va
8	<i>Polyporus tuberaster</i>	Sa
9	<i>Scutiger pes-caprae</i>	P, Sa, So, Va
10	<i>Amanita gioiosa</i>	Av, Sa
11	<i>Amanita lactea</i>	Av, Sa, Va
12	<i>Amanita virosa</i>	Le
13	<i>Pseudoclitopilus rhodoleucus</i>	Av, Bu, Va
14	<i>Battarrea phalloides</i>	Le, Sg, Va
15	<i>Myriostoma coliforme</i>	Av, Sa, Va

Fig. 4. Especies seleccionadas como "no recolectables" y provincias en las que están citadas.

hongos, líquenes y briófitos amenazados de Cataluña" (ICHN, 2010).

Cada ficha lleva la siguiente información:

- Nombre científico con autores
- Sinonimia, si procede, por haber cambiado de binomen hace poco tiempo.
- Nombres vulgares, máximo tres. Para esto nos hemos basado en VELASCO & *al.* (2011).
- Una breve descripción del carpóforo (ascoma o basidioma).
- Hábitat y fenología.
- Usos posibles, sobre todo si es comestible y/o medicinal y su valor comercial estimado.
- Observaciones: parecidos con otras especies, etc.
- Distribución autonómica: provincias de Castilla y León en las que ha sido citada la especie, usando las abreviaturas de *Flora mycologica iberica*.
- Citas bibliográficas y registros de herbarios consultables. Las citas se acompañan de la referencia bibliográfica usada, y para los registros de herbario se indican los números de *exsiccata* con el acrónimo del herbario correspondiente y año de herborización.

-Categoría asignada (CR, EN, VU)

-Inclusión de la especie en otras listas rojas de comunidades autónomas de España, en la "Lista roja de hongos a proteger de la Península Ibérica" (VV. AA., 2008) o en la "Lista roja de hongos de Europa" (DAHLBERG & CRONEBORG, 2003).

- Una fotografía para facilitar su identificación.
- Un mapa de Castilla y León con la ubicación de las citas de la especie descrita.

HACIA UNA FUTURA LISTA ROJA DE HONGOS

Aquí solo hemos iniciado un largo recorrido al recoger en una lista las "especies no recolectables" de hongos macromicetos para Castilla y León, la cual puede ampliarse en un futuro próximo. Pero para establecer una auténtica "Lista roja de hongos macromicetos de Castilla y León" de forma rigurosa habría que hacer un trabajo que en algunos países han sido capaces de realizar involucrando a muchos aficionados micológicos. Ya GARCÍA-ROLLÁN (1999) señalaba que para evaluar el estado de las especies fúngicas y poder tomar medidas de protección sobre algunas de ellas habría que hacer inventarios repetidos cada cierto tiempo y durante años, en los mismos lugares. Para poder comparar



inventarios deben estar estandarizados para que tengan valor probatorio. Estamos de acuerdo con las conclusiones de GORJÓN & *al.* (2007), cuando señalan que es necesario un mayor número de estudios científicos y otras medidas. Por ello, hemos seleccionado una serie de necesidades o prerrequisitos que se deberían cumplir en un futuro, si se quiere tener una visión precisa del problema de las especies amenazadas de hongos en Castilla y León.

Necesidades

-Tener un inventario completo de los macromicetos de Castilla y León.

-Elegir un grupo de personas/provincia con suficientes conocimientos micológicos y amplia experiencia de campo.

-Seleccionar especies para elaborar una primera lista roja provisional propuesta por una pequeña comisión y someterla a una evaluación con los criterios y categorías de la UICN. O utilizar la "Lista roja de hongos preliminar de Castilla y León" ya publicada en 2006; así como la lista que proponemos en este trabajo de "especies no recolectables" y elegir los taxones que se van a evaluar, pudiendo añadir alguna especie más.

-Elegir parcelas de la Comunidad Autónoma de Castilla y León, en número de 6-10 por provincia y hacer un seguimiento por las personas elegidas y las asociaciones micológicas durante 5-10 años. Usar el modelo de ficha de seguimiento publicado (MARCOS & *al.*, 2006) u otro similar.

-Las parcelas deberían ser elegidas en las zonas donde se han observado las especies seleccionadas. No deberían ser muchas especies, entre 20 y 50 especies. También se debería hacer un estudio de producción de carpóforos (número y masa) en función de variables meteorológicas y de otro tipo (acciones antrópicas concretas, etc.). Esto serviría para evaluar el estado de unas especies determinadas por considerar inicialmente que están amenazadas, pero sin datos rigurosos obtenidos de estudios previos.

AGRADECIMIENTOS

Queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento a las personas y amigos que nos han cedido sus fotografías con buena disposición, como son: Rafael Aramendi Sánchez de *Amanita lactea*,

Amanita gioiosa, *Aureoboletus gentilis* y *Pseudoclitopilus rhodoleucus*; Luis Ángel Fernández Monge de *Gomphidius roseus* y *Polyporus tuberaster*; Leandro Sánchez Sánchez de *Hericium coralloides*; Carlos Tovar Breña de *Myriostoma coliforme*; Alberto Román Vargas de *Amanita virosa*, *Phylloporus pelletieri* y *Strobilomyces strobilaceus*; Antonio Díaz Fernández de *Battarrea phalloides*; y José Antonio Muñoz Sánchez de *Scutigera pes-caprae*.

REFERENCIAS

- BODDY, L., M.E. CROCKATT & A.M. AINSWORTH (2011). Ecology of *Hericium cirrhatum*, *H. coralloides* and *H. erinaceus* in the UK. *Fungal Ecology* 4: 163-173.
- CALONGE F.D. (1993). Hacia la confección de una lista roja de Macromycetes (Hongos) en la Península Ibérica. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 18: 171-178.
- CALONGE, F.D. (2004). Apuntes para la futura lista roja de hongos españoles. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 28: 391-395.
- CALONGE, F.D. (2008). *Hongos de Castilla-La Mancha: una síntesis*. Conferencia pronunciada el 16 de junio de 2008 en la Sociedad Micológica de Madrid. <http://www.socmicolmadrid.org/noti/noticias132.htm> [consultada el 22 de febrero de 2021].
- CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO (CMAOT) (2012). *La conservación de los hongos amenazados. Listado Andaluz de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial*. <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/> [consultada el 2 de marzo de 2021].
- DAHLBERG, A. & H. CRONEBORG (2003). *33 threatened fungi in Europe. Complementary and revised information on candidates for listing in Appendix I of the Bern Convention*. ECCF. Trolhåtan (Sweden). 82 pp.
- DAHLBERG, A. & G.M. MUELLER (2011). Applying IUCN red-listing criteria for assessing and reporting on the conservation status of fungal species. *Fungal Ecology* 4: 147-162.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (1999). Conservación de la biodiversidad de los hongos superiores (Macromicetos) y control de la recogida de setas y trufas. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 24: 221-260.



- GORJÓN, S.P., P. JIMÉNEZ, A. RUIZ, D. RODRÍGUEZ DE LA CRUZ, E. SÁNCHEZ-REYES, & J. SÁNCHEZ-SÁNCHEZ. (2007). *Consideraciones sobre listas rojas y conservación de hongos: aplicaciones para la provincia de Salamanca (España)*. Poster en: 1st World Conference on the Conservation and Sustainable Use of Wild Fungi. Córdoba.
- GRACIA, E. (ed.) (2003). *Hongos españoles amenazados*. Bank of Edible and Medicinal Fungi. Barcelona.
- IUCN (2020). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2020-3. <https://www.iucnredlist.org> [consultada el 23 de febrero de 2021].
- INSTITUCIÓ CATALANA D'HISTÒRIA NATURAL (ICHN) (2010). *Fongs, líquens i briòfits que requereixen mesures de conservació a Catalunya*. Institut Catalana d'Història Natural. Barcelona. <http://ichn.iec.cat/pdf/FLBprot.pdf> [consultada el 20 de febrero de 2021].
- IHOBE (2010). *Evaluación del grado de amenaza de 21 macromicetos de la lista roja preliminar del País Vasco (Fase I)*. Ihobe, Sociedad Pública del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco. Bilbao. 20 pp.
- IHOBE (2011). *Evaluación del grado de amenaza de los macromicetos de la lista roja preliminar del País Vasco (Fase II)*. Ihobe, Sociedad Pública del Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial, Agricultura y Pesca. Gobierno Vasco. Bilbao. 42 pp.
- MARCOS, B., J.M. VELASCO, A. GARCÍA-BLANCO, A. GARCÍA-VICENTE, M. FERNÁNDEZ-TOIRÁN, T. ÁGREDA, F. MARTÍNEZ-PENÑA & A. HERGUETA (2006). Hacia una lista roja preliminar de hongos para Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 83-94.
- MARTÍN, M.P. & H. JOHANNESSON (2000). *Battarrea phalloides* and *B. stevenii*, insight into a long-standing taxonomic puzzle. *Mycotaxon* 76: 67-75.
- MARTÍN-GONZÁLEZ, B. (2020). *Atlas micológico de la provincia de Zamora* (tomo II). Diputación de Zamora. Zamora.
- SALCEDO, I. (2008) ["2007-2008"]. Lista roja preliminar de los hongos amenazados del País Vasco y Cantabria. *Est. Mus. Cienc. Nat. de Álava* 22: 55-60.
- SENN-IRLET, B., J. HEILMANN-CLAUSEN, D. GENNEY & A. DAHLBERG (2007). *Guidance for conservation of macrofungi in Europe*. ECCF / EMA. The Directorate of Culture and Cultural and Natural Heritage Council of Europe. Strasbourg.
- SOCIEDAD MICOLÓGICA DE MADRID (2004). *Lista roja de la Comunidad de Madrid*. <http://www.socmicolmadrid.org/eco/ecolisroj01.html> [consultada el 22 de febrero de 2021].
- UICN (2012a). *Directrices para el uso de los Criterios de la Lista Roja de la UICN a nivel regional y nacional: Versión 4.0*. UICN. Gland (Suiza) / Cambridge (Reino Unido). iii+43 pp.
- UICN (2012b). *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1*. (2ª ed.) UICN. Gland (Suiza) / Cambridge (Reino Unido). vi + 34 pp.
- VELASCO, J.M. (2014). Bibliografía sobre biodiversidad micológica de Castilla y León (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 99-122.
- VELASCO, J.M. (2018). Inventario micológico de Castilla y León (IMCAL-1): análisis inicial, nueva bibliografía y filos Zygomycota y Ascomycota. *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 61-138.
- VELASCO, J.M. (2020). Inventario micológico de Castilla y León (IMCAL-2): Gasterales s.l. (Basidiomycota, Basidiomycetes) y nueva bibliografía. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 103-168.
- VELASCO, J.M., A. MARTÍN & M.A. GONZÁLEZ (2011). Los nombres comunes y vulgares castellanos de las setas: Micoverna-I. Primera recopilación realizada a partir de literatura micológica e informantes. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 155-216.
- VV. AA. (2008). *Lista roja de hongos a proteger de la Península Ibérica*. ADESPER/MEC/FECYT. León. 16 pp.
- VV. AA. (2019). *200 Fungal species published on the IUCN Red List. Including 125+ from Europe*. Poster. The Global Red List Initiative / ECCF / IUCN.
- VV. AA. (2015). Borrador de lista roja de hongos de Aragón. En: *Atlas de la flora de Aragón*. Gobierno de Aragón. <http://floragon.ipe.csic.es/florahongos/listaraja.php> [consultada el 28 de febrero de 2021].



FICHAS DESCRIPTIVAS

FICHA 1



Fig. 5. Basidioma de *Aureoboletus gentilis*. Foto: R. Aramendi.

Aureoboletus gentilis (Qué.) Pouzar
(sin nombre vulgar conocido)

Breve descripción: sombrero de hasta 6 cm de diámetro, convexo, con superficie de color marrón rosáceo e himenóforo constituido por tubos color amarillo oro, terminados en poros angulosos. Pie de 3-7 cm de altura, más o menos cilíndrico, liso, de color claro, teñido de pardo rojizo en la base. Carne blanca, rosácea en el sombrero debajo de la cutis, olor afrutado. Esporas de $12,2-15 \times 5,3-6,5 \mu\text{m}$ (Fig. 5).

Hábitat y fenología: en bosques de planifolios, sobre todo bajo *Quercus* spp. y *Castanea sativa*. Crece a finales de verano y en otoño.

Usos posibles: es comestible pero no se consume por su pequeño tamaño y escasez.

Observaciones: los ejemplares viejos podrían confundirse con alguna especie de *Xerocomus* Qué.

Distribución autonómica: Av, Bu, Le, Sa, Za.

Citas y registros: **Av:** Sin localidad (ARAMENDI, R. & H. GONZÁLEZ, 2007: 174). **Bu:** Espinosa de los Monteros (LLAMAS, B. & A. TERRÓN. 2005: 464); Vivanco de Mena (ROJO, C. 2011). **Le:** Burbia (LLAMAS, B. & A. TERRÓN. 2005: 464). **Sa:**

Candelario (2012), LAZA 3162; El Cabaco (2013) LAZA 3678; Los Santos (2003), LAZA 0511; Madroñal (ELENA, S. 2007: 8-41); Nava de Francia (2003), LAZA 0411. **Za:** Gallegos del Río (CALZADA, A. 2007: 68). (Fig. 6).

Categoría asignada: VULNERABLE (VU). Se puede encontrar aislado o en grupos poco numerosos.

Listas rojas: Península Ibérica y País Vasco.

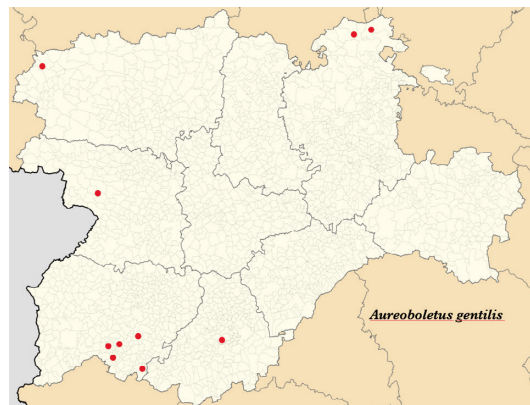


Fig. 6. Mapa de distribución geográfica de *Aureoboletus gentilis* en Castilla y León.



Fig. 7. Basidiomas de *Phylloporus pelletieri*. Foto: A. Román.

Phylloporus pelletieri (Lév.) Quél.
= *Xerocomus pelletieri* (Lév.) Manfr. Binder
(sin nombre vulgar conocido)

Breve descripción: sombrero de hasta 8 cm de diámetro, con superficie aterciopelada y de color pardo oscuro e himenóforo formado por láminas anastomosadas por tabiques transversales (tubos laminiformes), de color amarillo dorado. Pie de hasta 7 cm de longitud, amarillo con zonas ocreas y con finas fibrillas marrones. Carne de color ocre rosado en el sombrero y blanco amarillento en el pie. Esporas subfusiformes, lisas y de 9-12 × 4-5 μm (Fig. 7).

Hábitat y fenología: crece bajo planifolios en verano y otoño de forma aislada.

Usos posibles: sin valor culinario.

Observaciones: es una especie con interés científico al representar un estado evolutivo intermedio entre boletales (con tubos) y agaricales (con láminas); los caracteres microscópicos la aproximan al género *Xerocomus*.

Distribución autonómica: Av, Le, Sa.

Citas y registros: Av: Cuevas del Valle, RAS-2004082603, RAS-2009062003 (ARAMENDI, R.

2013:25). **Le:** Aira da Pedra (1994), (LLAMAS, B. & A. TERRÓN. 2005:463). **Sa:** Cepeda (2003), LAZA 0522; Herguijuela de la Sierra (2017), LAZA 5409; Linares de Riofrío (2003), LAZA 0503. (Fig. 8).

Categoría asignada: EN PELIGRO (EN)

Listas rojas: Europa, Península Ibérica, España para ECCF, País Vasco, Aragón.

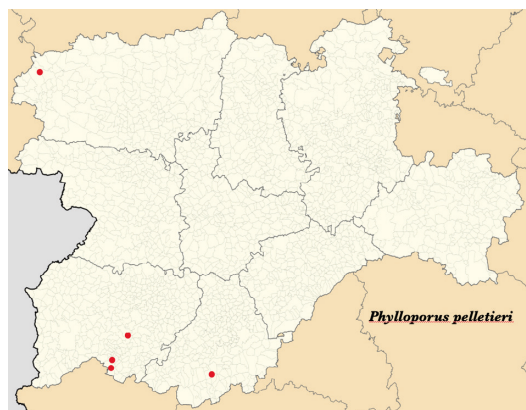


Fig. 8. Mapa de distribución geográfica de *Phylloporus pelletieri* en Castilla y León.



Fig. 9. Basidiomas de *Porphyrellus porphyrosporus*. Foto: F. Bellido (†).

Porphyrellus porphyrosporus (Fr. & Hök) E.-J. Gilbert

(boleto de poros marrones)

Breve descripción: sombrero de hasta 15 cm de diámetro con la superficie de color pardo oscuro; himenóforo con tubos blancos luego pasan a pardo grisáceo que terminan en poros marrón tabaco; pie de hasta 12 × 3 cm, algo engrosado en la base, concolor con el sombrero. Carne blanquecina que vira a tonos rosáceos o azulados. Esporas fusiformes, lisas y de 12-20 × 6-9 μm (Fig. 9).

Hábitat y fenología: en bosques de coníferas y de planifolios; crece en verano y otoño.

Usos posibles: sin valor culinario

Observaciones: *Porphyrellus pseudoscaber* Secr. ex Singer es un nombre inválidamente publicado que se ha utilizado también en la literatura para mencionar esta especie cuando crece bajo coníferas de alta montaña.

Distribución autonómica: Av, Le, P, Sa, Sg.

Citas y registros: **Av:** Navarredonda de Gredos, RAS-2001100801 (ARAMENDI, R. 2013:25). **Le:** Rioscuro (2005) MA-Fungi 79676 ex AVM 2004. **P:** Villalba de Guardo (FRAILE, R. 2012:105). **Sa:** San

Martín del Castañar (SANTA REGINA, I. 2006:272), **Sg:** El Espinar, La Panera (1999, 2000) MA-Fungi 41346, 74450; Valsain (2011), MA-Fungi 89676 ex AVM 2922; *ibidem* (2001) MA-Fungi 54930 ex AVM 1299; *ibidem* (1993) MA-Fungi 54279 ex AVM 069. (Fig. 10).

Categoría asignada: VULNERABLE (VU).

Listas rojas: Península Ibérica, País Vasco, Aragón.

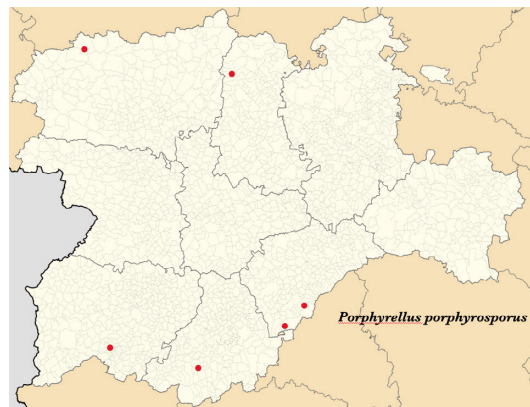


Fig. 10. Mapa de distribución geográfica de *Porphyrellus porphyrosporus* en Castilla y León.



Fig. 11. Basidiomas de *Strobilomyces strobilaceus*. Foto: A. Román.

***Strobilomyces strobilaceus* (Scop.) Berk.
(boleto escamoso)**

Breve descripción: sombrero de hasta 14 cm de diámetro, con la superficie formada por grandes escamas piramidales de color gris oscuro e himenóforo con tubos de color blanco grisáceo que viran a rojo al corte. Pie de hasta 14 × 3 cm, cubierto de pequeñas escamas negruzcas, con un anillo fugaz lanoso. Carne blanca que vira a rojo al corte, de olor desagradable. Esporas subglobosas y reticuladas de 9-13 × 7,5-11 μm (Fig. 11).

Hábitat y fenología: en robledales y hayedos, raro bajo coníferas; crece en verano y otoño.

Usos posibles: sin valor culinario.

Observaciones: la familia a la que pertenece se considera un eslabón entre los órdenes *Boletales* E.-J. Gilbert y *Russulales* Kreisel ex P.M. Kirk, P.F. Cannon & J.C. David, ya que presenta esporas muy parecidas a las de *Russula* sección *Nigricantinae* Melzer & Zvára y las setas viejas tienen tendencia a momificarse.

Distribución autonómica: Av, Le, P, Sa, So.

Citas y registros: Av: Muñogalindo (2002) (ARAMENDI, R. 2013:25); Cuevas del Valle, RAS-2009062001 (ARAMENDI, R. 2013:25). Le: Boca de Huérgano (1997) MA-Fungi 54325 ex AVM 582; Puebla de Lillo (2004) (CALZADA, A. 2007:287); Riaño, El Pontón (1994, 1997) MA-Fungi 54327 ex

AVM 198, 55432 ex AVM 1542; Soto de Sajambre, Vegabaño (LLAMAS, B. & A. TERRÓN. 2005:462); San Emiliano, Puerto Ventana (2011), LEB-Fungi 4192-1; Argovejo (2011), LEB-Fungi 4041-1. P: Veli-lla del Río Carrión (FRAILE, R. 2012:118). Sa: Nava de Francia (2002) LAZA-056; El Tornadizo (ELENA, S. 2007:33). So: Montenegro de Cameros (2006), JCYL-Fungi 2214-1. (Fig. 12).

Categoría asignada: VULNERABLE (VU).

Listas rojas: Península Ibérica, País Vasco.

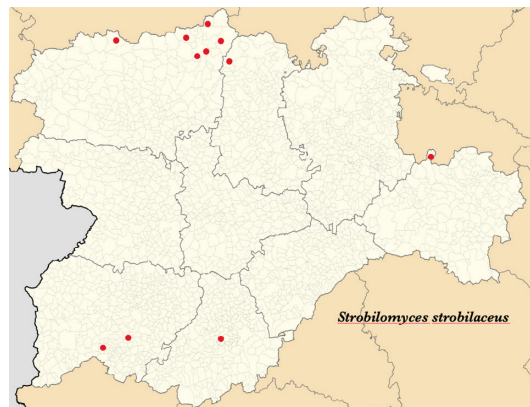


Fig. 12. Mapa de distribución geográfica de *Strobilomyces strobilaceus* en Castilla y León.



Fig. 13. Basidiomas de *Tylopilus felleus*. Foto: J. M. Velasco.

Tylopilus felleus (Bull.) P. Karst.
(boleto amargo, camaleón rojo, chupasangre)

Breve descripción: sombrero de hasta 15 cm de diámetro, superficie de color pardo grisáceo o cuero con el borde algo sinuoso e himenóforo con tubos blancos al principio, luego rosados. Pie de hasta 14 × 5 cm, más claro que el sombrero y retículo amplio. Carne blanca, a veces algo rosada al corte y sabor muy amargo. Esporas fusiformes de 12-15 × 4-5,5 μm y color marrón rosado (Fig. 13).

Hábitat y fenología: en bosques de planifolios y coníferas; crece en verano y otoño.

Usos posibles: sin valor culinario.

Observaciones: se puede confundir con *Boletus edulis* Bull. y *B. reticulatus* Schaeff., pero estas especies no tienen la carne amarga ni los poros rosados en la madurez.

Distribución autonómica: Bu, P, Sa, So.

Citas y registros: **Bu:** Espinosa de los Montes (1993, 2000) (ROJO, C. 2011); Montoto (2010) (ROJO, C. 2011); Valle de Losa (1977) (ROJO, C. 2011). **P:** Barruelo de Santullán (2004), MA-Fungi 79825 ex AVM 1942; **Sa:** Cepeda (2002) (VELASCO,

J.M. & al. 2015:196); Nava de Francia (2012), LAZA 3151. **So:** Abejar, Playa Pita (2011), MA-Fungi 89603 ex AVM 2904; Covalada (1990, 1992) (FERNÁNDEZ-TOIRÁN, M. & F. MARTÍNEZ-PEÑA. 1999:148); Navaleno (1999), MA-Fungi 41434; Pinar Grande, junto a Sotolengo (2008), JCYL-Fungi 2868-1. (Fig. 14).

Categoría asignada: VULNERABLE (VU).

Listas rojas: Cataluña.

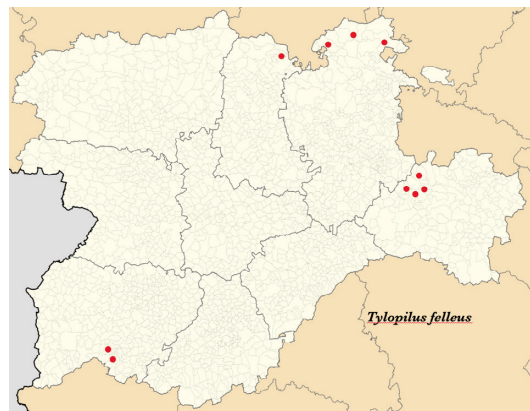


Fig. 14. Mapa de distribución geográfica de *Tylopilus felleus* en Castilla y León.



FICHA 6



Fig. 15. Basidiomas de *Gomphidius roseus* con *Suillus bovinus*. Foto: L. A. Fernández.

***Gomphidius roseus* (Fr.) Fr.
(sin nombre vulgar conocido)**

Breve descripción: sombrero de hasta 5 cm de diámetro, con la superficie viscosa de color rosáceo o rojizo e himenóforo constituido por láminas decurrentes y espaciadas, de color blanco que oscurecen con la edad. Pie de hasta 5 × 1 cm, estrechándose hacia la base de color blanco con anillo fugaz. Carne blanca con tonos rosados bajo la cutis. Esporas fusiformes, de 16-22 × 5-6 μm, de color negro oliváceo y lisas (Fig. 15).

Hábitat y fenología: en pinares; crecen en verano y otoño.

Usos posibles: sin valor culinario.

Observaciones: se encuentra asociada, mediante una simbiosis, a *Suillus bovinus* (L.) Roussel. Se puede confundir con su congénere *Gomphidius glutinosus* (Schaeff.) Fr., con el sombrero pardo grisáceo y base del pie amarilla.

Distribución autonómica: Av, Bu, Le, Sa, Sg, So, Za.

Citas y registros: Av: Navarredonda de Gredos, RAS-2007090701 (ARAMENDI, R. 2013:24). Bu: Condado de Treviño, Bajauri (1980), VIT-Mycotheca 6733. Le: Puebla de Lillo (1988) (LLAMAS, B. & A. TERRÓN. 2005:461). Sa: Candelario (2005) (ELENA, S. 2005: 8-41); El Maíllo (2017), LAZA 5454;

Nava de Francia, El Casarito (2007), LAZA 2024. Sg: Valsain (1991) (CUESTA, E. & al. 1994:113). So: Pinar Grande (1995), (FERNÁNDEZ TOIRÁN, M. & F. MARTÍNEZ-PEÑA. 1999:134); *ibidem* (2006), JCYL-Fungi2311-1. Za: Comarca de Aliste, Tábara y Alba (29TQG12) MARTÍN-GONZÁLEZ, B. 2009:35). (Fig. 16).

Categoría asignada: VULNERABLE (VU).

Listas rojas: Península Ibérica, País Vasco, Aragón, Castilla-La Mancha, Comunidad de Madrid.

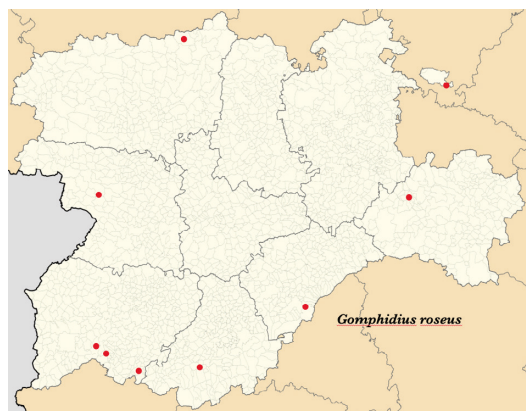


Fig. 16. Mapa de distribución geográfica de *Gomphidius roseus* en Castilla y León.



Fig. 17: Basidioma de *Hericium coralloides*. Foto: L. Sánchez.

Hericium coralloides (Scop.) Pers.
? = *Hericium clathroides* (Pall.) Pers.
(hongo coral)

Breve descripción: basidioma muy ramificado con una base común (que recuerda a un coral blanco), carnoso, de color blanco y de 10-30 cm de anchura. Himenóforo hidnoide con acúleos o púas ramificados de hasta 1 cm de longitud. Carne blanquecina de olor poco definido y sabor rafanoide (a rábano). Esporas de $3,5-5 \times 2,5-4 \mu\text{m}$ (Fig. 17).

Hábitat y fenología: sobre madera muerta o viva de planifolios y coníferas; de agosto a diciembre.

Usos posibles: los basidiomas jóvenes son comestibles, como lo son los de su congénere *H. erinaceus* (barba de cabra, melena de león).

Observaciones: se distingue de *Hericium erinaceus* (Bull.) Pers. por tener éste agujones largos (2-4 cm) y no ramificados; y de *Hericium cirrhatum* (Pers.) Nikol., por tener el basidioma dimidiado, con la parte superior plana y con agujones en la parte inferior. BODDY & al., 2011 diferencian las tres especies por su hábitat. Estas dos especies son más frecuentes que *H. coralloides*, por lo que entrarían en la categoría de "casi amenazadas". Algunos autores consideran *H. clathroides* (Pallas) Pers. como una especie (con púas no ramificadas) diferente de *H. coralloides*, en este caso *H. clathroides* también se debe considerar protegida.

Distribución autonómica: Le, P, Sa, So, Va

Citas y registros: **Le:** Boca de Huérgano (GARCÍA-BLANCO, A. & J.A. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ. 2009:211). **P:** Saldaña (como *H. clathroides*) (FRAILE, R. 2012:56). **Sa:** Sin localidad (VALLE, C. & al. 2005: 129). **So:** Montenegro de Cameros (1989) (FERNÁNDEZ-TOIRAN, M. & F. MARTÍNEZ-PENNA. 1999:109). **Va:** Medina de Rioseco MA-Fungi 54076 ex AVM 134; *ibidem* (1998) MA-Fungi 54512 ex AVM 778; Velliza (1994) MA-Fungi 54075 ex AVM 228. (Fig. 18).

Categoría asignada: VULNERABLE (VU).

Listas rojas: Europa, País Vasco

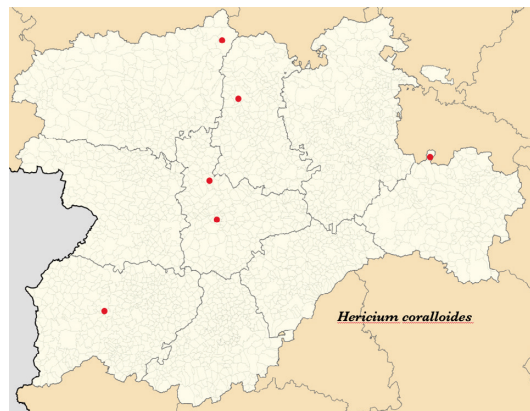


Fig. 18. Mapa de distribución geográfica de *Hericium coralloides* en Castilla y León.



Fig. 19. Basidiomas de *Polyporus tuberaster*. Foto: L. A. Fernández.

Polyporus tuberaster (Jacq. ex Pers.) Fr.
(piedra fungífera, piedra de lince, hongo de piedra)

Breve descripción: basidioma anual y simple si crece sobre madera o en grupo si crece desde un esclerocio subterráneo. Presenta un sombrero deprimido, de hasta 15 cm de diámetro y 20 μ m de grosor, con la superficie marrón con escamas en disposición radial y color pardo oscuro e himenóforo con los tubos muy cortos, decurrentes y blancos y con los poros angulosos. Pie de hasta 6 \times 1,5 cm, blanco u ocráceo. Carne coriácea de olor agradable. Esporas casi cilíndricas y de 10-15 \times 4-6,5 μ m (Fig. 19).

Hábitat y fenología: crece sobre madera muerta de planifolios (robles y hayas), rara sobre pino laricio; crece desde fin de primavera hasta inicios de invierno.

Usos posibles: se considera comestible como condimento, muy apreciada en algunos sitios, aunque la carne es algo coriácea.

Observaciones: se podría confundir con *Polyporus squamosus* (Huds.) Fr., pero ésta es

mucho más grande, con la base del pie negra y forma basidiomas imbricados.

Distribución autonómica: Sa.

Citas y registros: Sa: El Cabaco (2010), LAZA 2677; Olmedo de Camaces (2016), LAZA 5219; Sierra de Francia (2010), LAZA 2699. (Fig. 20)

Categoría asignada: EN PELIGRO (EN).

Listas rojas: en ninguna.



Fig. 20. Mapa de distribución geográfica de *Polyporus tuberaster* en Castilla y León.



Fig. 21. Basidiomas de *Scutigera pes-caprae*. Foto: J. A. Muñoz.

Scutigera pes-caprae (Pers.) Bondartsev & Singer
= *Albatrellus pes-caprae* (Pers.) Pouzar
(pie de cabra)

Breve descripción: basidiomas con sombrero de hasta 10 cm de diámetro, de color marrón grisáceo oscuro y cubierto por escamas resultantes del agrietamiento de la superficie e himenóforo tubular con tubos decurrentes blancos o crema y poros amplios. Pie excéntrico, corto y grueso, de hasta 6 × 4 cm, de color pardo amarillento. Carne de color blanco, amarillenta al secarse. Esporas elipsoidales y no amiloides de 8-11 × 5,5-7 μm (Fig. 21).

Hábitat y fenología: en el suelo de bosques subalpinos de coníferas, también bajo fagáceas; crecen en verano y otoño aislados o en pequeños grupos.

Usos posibles: esta seta está considerada buen comestible.

Observaciones: puede confundirse con otras especies del mismo género.

Distribución autonómica: P, Sa, So, Va.

Citas y registros: **P:** Saldaña (FRAILE, R. 2012:4). **Sa:** El Cabaco (2005) (ELENA, S. 2007:8-41); Mogarráz (2002), SALA-Fungi 2548. **So:** Covaleda (1992) (FERNÁNDEZ-TOIRÁN, M. & F. MARTÍNEZ-PEÑA. 1999:99); Soria (1998) (MENDEZA, R. 1999:201). **Va:** Pinar de la Parrilla (1997), LEB-Fungi 2270. (Fig. 22).

Categoría asignada: VULNERABLE (VU).

Listas rojas: Península Ibérica, Aragón.

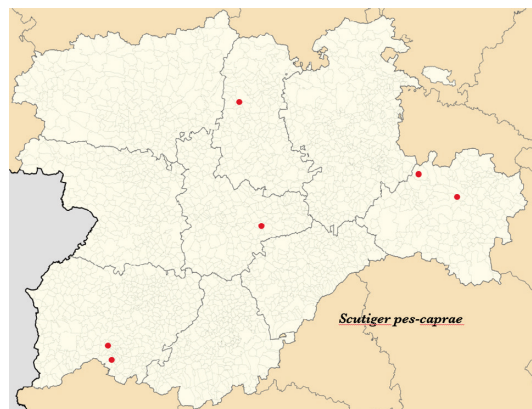


Fig. 22. Mapa de distribución geográfica de *Scutigera pes-caprae* en Castilla y León.



Fig. 23. Basidiomas de *Amanita gioiosa*. Foto: R. Aramendi.

Amanita gioiosa S. Curreli ex S. Curreli
(sin nombre vulgar conocido)

Breve descripción: sombrero de hasta 15 cm de diámetro, no estriado, con superficie de color crema o algo ocráceo, con pequeños copos blancos grumosos e himenóforo constituido por láminas libres blancas, en la madurez crema pálido. Pie de hasta 14 × 2,7 cm, blanco con la base bulbosa algo napiforme, con anillo frágil y fugaz y volva membranosa y adherente con el margen libre. Carne de olor suave. Esporas de 8-11 × 6-8,5 μm y elipsoidales, a veces ovoides (Fig. 23).

Hábitat y fenología: hábitat mediterráneo; crece bajo *Quercus* spp., *Castanea sativa*, *Eucalyptus* spp., etc.

Usos posibles: seta no comestible.

Observaciones: se puede confundir fácilmente con *Amanita junquillea* f. *amici* (Gillet) Veseli, pero ésta no presenta fíbulas en las hifas.

Distribución autonómica: Av, Sa.

Citas y registros: Av: Arenas de San Pedro (2003) (ARAMENDI, R. 2013:17); Casillas (2007),

MA-Fungi 75539, 75078, 75079, 75540; El Tiemblo (2007), MA-Fungi 75077. Sa: Endrinal (2018), LAZA 5606; Linares de Riofrío (2019), LAZA 5930; Madroñal (2016), LAZA 5285. (Fig. 24).

Categoría asignada: EN PELIGRO (EN).

Listas rojas: en ninguna.

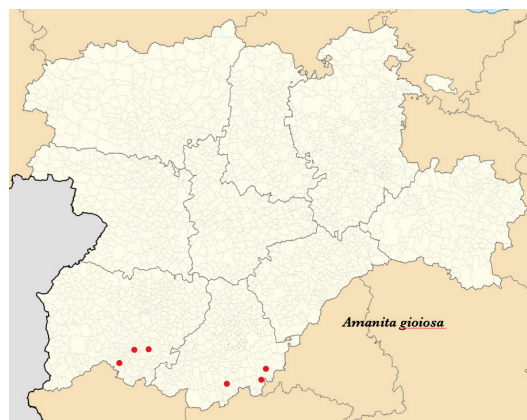


Fig. 24. Mapa de distribución geográfica de *Amanita gioiosa* en Castilla y León.



Fig. 25. Basidiomas de *Amanita lactea*. Foto: R. Aramendi.

Amanita lactea Malençon, Romagn. & D.A. Reid

(sin nombre vulgar conocido)

Breve descripción: sombrero de hasta 15 cm de diámetro con el margen estriado en la madurez, superficie blanca luego ocrácea, a veces con placas del velo universal e himenóforo constituido por láminas libres y blancas. Pie de hasta 16 × 3 cm, blanco con zona anular baja, anillo ausente y volva gruesa blanca que se pone ocrácea al mancharse. Carne blanca e inodora. Esporas elipsoidales de 11-16 × 7,5-10 μm, lisas y no amiloides (Fig. 25).

Hábitat y fenología: en bosques de planifolios, sobre todo en encinares; crece en primavera y otoño.

Usos posibles: especie comestible, pero se aconseja no consumir setas del género *Amanita* que sean blancas por su posible confusión con otras especies tóxicas o mortales.

Observaciones: se podría confundir con otras especies de *Amanita* Pers. de colores blancos.

Distribución autonómica: Av, Sa, Va.

Citas y registros: Av: Arenas de San Pedro (1999) (ARAMENDI, R. 2013:18); Ramacastañas

(GARCÍA-BLANCO, A. & J.A. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, 2009:489). Sa: Escorial de la Sierra (2007), LAZA 1883; La Orbada (2002), MA-Fungi 55284 ex AVM 1462; Valdelosa (2013), LAZA 3859. Va: Herrera de Duero (1996) MA-Fungi 53877 ex AVM 418; La Mudarra (1997) MA-Fungi 53878 ex AVM 535; Castromonte, La Santa Espina (1999), MA-Fungi 54417 ex AVM 902. (Fig. 26).

Categoría asignada: VULNERABLE (VU).

Listas rojas: en ninguna.



Fig. 26. Mapa de distribución geográfica de *Amanita lactea* en Castilla y León.



Fig. 27. Basidiomas de *Amanita virosa*. Foto: A. Román.

Amanita virosa (Fr.) Bertill.
(cicutá fétida)

Breve descripción: sombrero de hasta 10 cm de diámetro, algo cónico, superficie blanca y viscosa, a veces color crema e himenóforo constituido por láminas blancas y libres. Pie de hasta 16 × 1,5 cm con la superficie fibrilosa o lanosa con la base bulbosa envuelta por una volva membranosa envainante, y en lo alto un anillo membranoso y fugaz. Carne blanca y olor desagradable. Esporas globosas, de 9-12 μm de diámetro lisas y amiloides (Fig. 27).

Hábitat y fenología: en bosques de planifolios del norte, rara bajo coníferas; crece en verano y otoño.

Usos posibles: es una de las pocas especies mortales, la intoxicación cursa con los mismos síntomas que con *A. phalloides* y *A. verna*.

Observaciones: se podría confundir con otras especies de *Amanita* de colores blancos; y con setas jóvenes y blancas de especies de *Agaricus* L.

y *Leucoagaricus* Locq. ex Singer, sobre todo si se cortan las setas por el pie.

Distribución autonómica: Le.

Citas y registros: Le: Soto de Sajambre, Vega-baño (2003) (LLAMAS, B. & A. TERRÓN. 2005:342). (Fig. 28).

Categoría asignada: EN PELIGRO CRÍTICO (CR).

Listas rojas: País Vasco.



Fig. 28. Mapa de distribución geográfica de *Amanita virosa* en Castilla y León.



Fig. 29. Basidiomas de *Pseudoclitopilus rhodoleucus*. Foto: R. Aramendi.

Pseudoclitopilus rhodoleucus (Sacc.) Vizzini & Contu
= *Leucopaxillus rhodoleucus* (Sacc.) Kühner
(sin nombre vulgar conocido)

Breve descripción: sombrero de hasta 7 cm de diámetro, con la superficie blanca o crema, con el borde largo tiempo enrollado e himenóforo con láminas decurrentes rosas. Pie de hasta 6 × 1 cm, blanco a veces con reflejos rosas. Carne blanca y olor suave. Esporas elipsoidales, de 6,5-8,5 × 4,5-6,5 μm, con verrugas y amiloides (Fig. 29).

Hábitat y fenología: en bosques de coníferas y planifolios, así como en suelos abonados como parques urbanos, etc.

Usos posibles: comestible mediocre.

Observaciones: puede confundirse con la molinera, *Clitopilus prunulus* (Scop.) P. Kumm. por sus láminas rosadas y colores blanquecinos.

Distribución autonómica: Av, Bu, Va.

Citas y registros: **Av:** Ávila, RAS-2005110501 (ARAMENDI, R. 2013:20); Chamartín (2018), LAZA 5855 (como *Leucopaxillus rhodoleucus*). **Bu:** Gumiel de Mercado, finca Ventosilla (1994) MA-Fungi 60854; Villalba de Duero (1994), (ROJO, C. 2011).

Va: Sieteiglesias de Trabanco (1999) MA-Fungi 54569 ex AVM 942 (como *Leucopaxillus rhodoleucus*); *ibidem* (1999) MA-Fungi 54568 ex AVM 1023 (como *Leucopaxillus rhodoleucus*); Villanueva de Duero (2008), MA-Fungi 82344 ex AVM 2421 (como *Leucopaxillus rhodoleucus*). (Fig. 30).

Categoría asignada: EN PELIGRO (EN).

Listas rojas: Península Ibérica, País Vasco, Aragón.

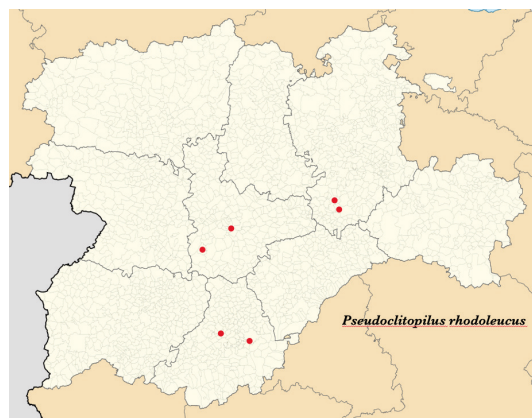


Fig. 30. Mapa de distribución geográfica de *Pseudoclitopilus rhodoleucus* en Castilla y León.



Fig. 31. Basidioma de *Battarreca phalloides*. Foto: A. Díaz.

Battarreca phalloides (Dicks.) Pers.
= *Battarreca stevenii* (Lib.) Fr.
(hisopo)

Breve descripción: sombrero de hasta 5 cm de diámetro, en su cara superior blanco y hemisférico, luego aplanado y marrón, en la inferior lisa y blanca. Pie de hasta 25 × 2 cm, de consistencia leñosa cubierto de escamas alargadas dirigidas hacia abajo de color herrumbroso; en la parte inferior con una volva blanca y gelatinosa en su interior, luego seca y marrón. Esporas subglobosas u ovoides, de 5-6 × 4-5 μm y pardas (Fig. 31).

Hábitat y fenología: en lugares secos, con suelos arenosos o con restos leñosos; crece de primavera a otoño.

Usos posibles: sin valor culinario.

Observaciones: los últimos datos, tanto morfológicos como moleculares (MARTIN & JOHANNESON, 2000), indican que es la misma especie que *B. stevenii*. Está presente en muchos países, pero en todos ellos es muy rara (<http://iucn.ekoo.se/>).

Distribución autonómica: Le, Sg, Va.

Citas y registros: Le: Villaobispo de las Regueras (1991), LEB-Fungi 258 (CALONGE, F.D. & al., 1992, 17:125, como *B. stevenii*); *ibidem* (1992), LEB-Fungi 2034; Villaquilambre (1991), MA-Fungi 28224 (CALON-

GE, F.D. & al., 1992, 17:125, como *B. stevenii*); *ibidem* (1991), LEB-Fungi 436 (como *B. stevenii*). **Sg:** Sin localidad (CALONGE, F.D. 1990, 2:35, como *B. stevenii*). **Va:** Castronuño, La Rinconada (1988), SALAF-Fungi 013 (CALONGE, F.D. & al., 1991, 16:159); Valladolid (1998), MA-Fungi 54433 ex AVM 767. (Fig. 32).

Categoría asignada: EN PELIGRO (EN).

Listas rojas: Comunidad de Madrid. Especie protegida en algunos países europeos.

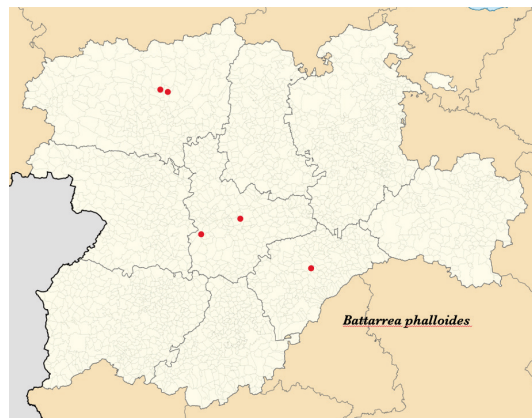


Fig. 32. Mapa de distribución geográfica de *Battarreca phalloides* en Castilla y León.



Fig. 33. Basidiomas de *Myriostoma coliforme*. Foto: C. Tovar.

Myriostoma coliforme (Dicks.) Corda
(seta salero)

Breve descripción: basidiomas de hasta 10 cm de diámetro, de forma globosa, blanquecinos antes de abrirse, con la capa más externa (exoperidio) que se abre en forma de estrella con 5-12 brazos triangulares (lacinias), llegando hasta los 20 cm de diámetro, y capa más interna (endoperidio) blanquecina, de hasta 7 cm, con 10-40 orificios, en su base con pequeñas columnas que lo unen al exoperidio. Interior (gleba) blanco, luego pardo amarillento. Esporas globosas y de 5,5-7 μm (Fig. 33).

Hábitat y fenología: en bosques de encinas y en jardines; crece en primavera y otoño.

Usos posibles: sin valor culinario.

Observaciones: se podría confundir con especies de los géneros *Geastrum* Pers. y *Astraeus* Morgan, pero los orificios del endoperidio la hacen inconfundible.

Distribución autonómica: Av, Sa, Va.

Citas y registros: Av: Sin localidad (CALONGE F.D. 1998:141-142). Sa: Sin localidad (2007)

(VELASCO, J.M. & *al.* 2015:207). Va: Villanueva de Duero (1999), MA-Fungi 47921; *ibidem* (2002), MA-Fungi 55387 ex AVM 1590. (Fig. 34).

Categoría asignada: EN PELIGRO (EN).

Listas rojas: Europa, Península Ibérica, España para ECCF, Cataluña, Comunidad de Madrid.

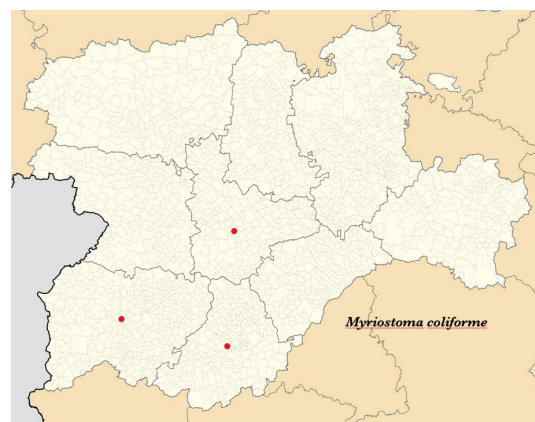


Fig. 34. Mapa de distribución geográfica de *Myriostoma coliforme* en Castilla y León.



Gestión dinámica innovadora del recurso micológico: Resultados del proyecto GO MIKOGEST

BLÁZQUEZ-CASADO, A.¹, E. COLLADO², J.M. ALTELARREA¹, J. MARTÍNEZ-DE-ARAGÓN² & J.A. BONET²

¹Fundación Cesefor, Pol. Ind. Las Casas, Calle c, parc. 4, 42005, Soria, España. Email: angela.blazquez@ceseфор.com

²Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña (CTFC), Ctra. Sant Llorenç de Morunys km 2, 25280, Solsona, Lérida, España. Email: jantonio.bonet@exchange.ctfc.es

Resumen: BLÁZQUEZ-CASADO, A., E. COLLADO, J.M. ALTELARREA, J. MARTÍNEZ-DE-ARAGÓN & J.A. BONET (2021). *Gestión dinámica innovadora del recurso micológico: Resultados del proyecto MIKOGEST. Bol. Micol. FAMCAL 16: 97-112.* Las acciones impulsadas por el proyecto GO MIKOGEST permiten avanzar hacia un aprovechamiento micológico sostenible y eficiente proporcionando valor añadido al recurso que repercute directamente en el desarrollo de la economía local. Uno de los principales resultados del proyecto ha sido el desarrollo de la herramienta Smartbasket, que permite la captación masiva de datos mediante ciencia ciudadana. Dentro de las acciones del proyecto GO MIKOGEST también se ha desarrollado una herramienta predictiva basada en la base de datos micológica más grande de España. Con ella, es posible predecir la producción de algunas de las setas comestibles más recolectadas y comercializadas.

Palabras clave: micología, Smartbasket, modelización, Big data, gestión sostenible, productividad, ciencia ciudadana, setas, productos no maderables.

Summary: BLÁZQUEZ-CASADO, A., E. COLLADO, J.M. ALTELARREA, J. MARTÍNEZ DE ARAGÓN & J.A. BONET (2021). *Innovative dynamic management of the mycological resource: Results of MIKOGEST project. Bol. Micol. FAMCAL 16: 97-112.* The project GO MIKOGEST focus on the development of a set of actions aiming to have a progress towards a sustainable and efficient mycological resource management looking forward a direct impact on the development local economy of rural areas. Currently, the massive capture of data through tools such as Smartbasket based on citizen science are fundamental to promote scientific studies. The project created a bigdata of the largest Spanish mycological datasets that served as a basis for the development of the predictive empirical models of the most harvested and marketed edible mushrooms.

Keywords: mycology, Smartbasket, modelling, Big data, sustainable forest management, productivity, citizen science, mushrooms, non-wood forest products.

INTRODUCCIÓN

El Grupo Operativo MIKOGEST "Gestión dinámica innovadora del recurso micológico" es un proyecto de innovación beneficiario de una ayuda a proyectos de innovación de interés general de grupos operativos de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas (AEI-AGRI) en el marco del programa nacional de desarrollo rural 2014-2020 (FEADER) durante la convocatoria 2019. Se crea con el objeto de impulsar la sostenibilidad del aprovechamiento del recurso micológico, la trazabilidad en su cadena de valor y para proveer de información útil al recolector y al sector empresarial a través de herramientas basadas en las nuevas Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC). La actividad central del proyecto consiste en la gene-

ración de un *Big data* capaz de integrar múltiples fuentes de información, generando información precisa de la capacidad productiva de los montes, así como de la predicción de su productividad en tiempo real mediante estimaciones basadas en modelos matemáticos (modelos empíricos) y en inteligencia artificial (herramientas de aprendizaje automático o *Machine Learning*).

Las fuentes de información que alimentan esta gran base de datos son múltiples. Por un lado, tenemos los inventarios micológicos permanentes; una red de parcelas distribuidas entre los diferentes hábitats donde aparecen las principales especies micológicas comestibles más comercializadas en España y donde se recogen datos de forma sistemática desde hace más de 20 años. Por otro lado, este proyecto hace una apuesta importante por la



Fig. 1. GO MIKOGEST.

ciencia ciudadana, como práctica en plena efervescencia que implica la participación de los usuarios en la toma de datos micológicos a través de la herramienta Smartbasket. Esta herramienta recoge información de los propios usuarios integrándola directamente en la base de datos como fuente de alimentación directamente ligada al desarrollo de las estimaciones de producción, cerrando el ciclo de investigación, desarrollo e innovación (i+D+I) del proyecto GO MIKOGEST (Fig. 1).

Los factores que afectan a la producción de setas silvestres son tanto factores ligados a la estructura y diversidad de la masa forestal como, sobre todo, climáticos: precipitación y temperatura principalmente. El desarrollo de modelos predictivos de la producción de especies micológicas, permite identificar cuáles son los factores más influyentes que explican la presencia de una u otra especie, y que permiten estimar las producciones de estas especies. En el GO MIKOGEST hemos desarrollado modelos empíricos, los cuales concluyen que tanto el hábitat, como el área basimétrica (superficie ocupada por los árboles en la parcela) y la orografía son variables que influyen fuertemente en la productividad de las especies estudiadas. Generar criterios de sostenibilidad ambiental, social y económicos, en torno al recurso micológico, es otro de los objetivos básicos del proyecto. Así, conocer la potencialidad de la capacidad productiva de nuestros hábitats es clave para poder gestionar de manera eficiente este recurso tan importante para la economía del entorno rural.

Hoy en día, la libre disponibilidad de acceso a la información es clave para que herramientas como la desarrollada en el GO MIKOGEST tengan éxito. Todos los agentes implicados en la gestión del recurso micológico han de tener acceso a esta información, desde los recolectores hasta el sector empresarial dedicado a la industria y comercialización de las setas en España. Revalorizar el sector y

potenciar el recurso pasa por cerrar el ciclo con la trazabilidad completa del sistema, consiguiendo así, un recurso económico y socialmente sostenible en el tiempo.

En este artículo, se presentan algunos de los principales resultados del proyecto como son: (i) la App Smartbasket, canal de unión entre los usuarios y la investigación micológica en este proyecto, (ii) los modelos empíricos de estimación de producción micológica, y (iii) los criterios de gestión sostenible del recurso micológico y criterios de gestión forestal para optimizar dicho aprovechamiento.

(i) APP SMARTBASKET

En España existe una creciente actividad de recolección y comercialización de setas silvestres, que ha llevado a diferentes administraciones y entidades a regular el aprovechamiento micológico. Para conseguir una gestión dinámica y sostenible de este recurso, se hace necesaria la adquisición masiva de datos de presencia, fructificación y aprovechamiento de especies para su censo mediante el desarrollo de mapas de potencialidad a nivel nacional de las principales especies con interés socioeconómico, así como su demanda y valor de mercado.

Smartbasket (Fig. 2) es una app abierta y descargable que convierte el teléfono móvil en un canal para la transferencia de datos e información que ayuda en el desarrollo de programas de gestión dinámicos del recurso micológico. Esta app establece una relación bidireccional con el usuario abriendo un canal de información con la sociedad para concienciar sobre la necesidad de respetar, cuidar y proteger el recurso micológico, mediante la recolección de información sobre el terreno de la evolución del recurso micológico en las diferentes regiones micológicas españolas. Convierte el teléfono móvil del usuario en un punto de recogida de datos itinerante, estimulando la colaboración activa en la recogida de datos sobre el terreno a senderistas y



Fig. 2. Smartbasket.



recolectores en sus paseos por el monte, y a profesionales relacionados con el sector.

Esta herramienta de ciencia ciudadana es multifuncional, siendo útil para el registro de setales y desarrollo de itinerarios, inventarios, identificaciones, y avisos de incidencias. Esto permite la adquisición en campo de datos de carácter espacial, cuantitativo y cualitativo. A través de sencillos menús (Fig. 3) y fotos *in situ*, la aplicación facilita al recolector la identificación de especies y la gestión de sus propios setales, al tiempo que éste colabora en la adquisición de datos esenciales que, de otro modo, serían difíciles de conseguir. Smartbasket es, por tanto, una herramienta pedagógica con carácter lúdico, y un instrumento para la participación ciudadana, que facilita la colaboración del recolector en un proyecto de innovación con el que se pretende gestionar la regulación del recurso micológico mediante herramientas basadas en Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC).

Esta aplicación está disponible de forma gratuita en las principales plataformas de descarga tanto en Android como en iOS y en la web: <https://www.mikogest.net/>.

La aplicación se ejecuta a través de dispositivos móviles para la captura de datos y el usuario dispone de un espacio exclusivo web, donde puede gestionar, editar y corregir la información que



Fig. 3. Menú App Smartbasket.

ha registrado previamente en su móvil (Fig. 4). Los datos registrados a través de esta app se utilizan únicamente con una finalidad científica y no se comparten con terceros con otros fines. Estos da-



Fig. 4. Espacio web para el usuario de la App Smartbasket.



tos se gestionan a través de un sistema Big data del recurso micológico a través del cual se extraen conclusiones útiles para la gestión sostenible del recurso en los diferentes hábitats productores a nivel nacional. El usuario de la aplicación tiene garantizada la privacidad de sus datos. <https://smart-basket.mikogest.net/#>.

(ii) MODELOS EMPÍRICOS DE ESTIMACIÓN DE PRODUCCIÓN MICOLÓGICA

Introducción

La fructificación de hongos forestales está fuertemente influenciada por las características del terreno y de la masa forestal (p. ej., orientación, pendiente, densidad de árboles, composición vegetal, etc.), y por la variabilidad climática (p. ej., precipitación, temperatura) (TOMAO & *al.*, 2017). El estudio del efecto de estas variables sobre la comunidad fúngica, mediante modelos matemáticos empíricos, permite conocer qué condiciones favorecen más a la fructificación de hongos, describiendo así la potencialidad de ciertos ecosistemas forestales a producir determinados hongos (p. ej., BONET & *al.*, 2014; DE-MIGUEL & *al.*, 2014). De hecho, algunas setas son importantes tanto por su comercialización como por su valor recreativo, hasta el punto que pueden llegar a ser más rentables que la madera que se extrae de los bosques mediterráneos (PALAHÍ & *al.*, 2009). Por ejemplo, las especies pertenecientes a *Lactarius* grupo *deliciosus* (como *L. deliciosus* y *L. sanguifluus*) son comercializadas en

Europa, Asia y norte de África (BOA, 2004), habiéndose estimado su impacto económico en España entre el 2002 y el 2008 en 5,3 M€ al año y con una venta anual media de *L. deliciosus* de 500 t (VOCES & *al.*, 2012). Por lo tanto, en aras de garantizar la productividad y conservación de este recurso, se ha de conocer la potencialidad de producción de setas comestibles de los distintos ecosistemas forestales mediterráneos. Conocer dicha potencialidad, permite a los gestores forestales llevar a cabo prácticas silvícolas sostenibles que promuevan tanto el aprovechamiento maderero como el de setas (*id est*, micosilvicultura), favoreciendo así a la deprimida economía rural de muchas regiones mediterráneas.

Esta acción del GO MIKOGEST pretende estimar, mediante una de las bases de datos micológicas más grandes existentes globalmente, la producción de determinadas setas comestibles a partir de las características del terreno y de la estructura de la masa forestal para distintos ecosistemas forestales mediterráneos.

Material y métodos

La base de datos consta de 151 parcelas permanentes (Tabla 1, Fig. 5), con diferentes características de terreno y de la estructura forestal, repartidas entre: Cataluña (105 parcelas de 100 m²) y Castilla y León (40 parcelas de 150 m² y 6 parcelas de 200 m²). Estas parcelas fueron clasificadas según el árbol dominante de la parcela, resultando en total un conjunto de 9 ecosistemas forestales o hábitats estudiados (Tabla 1).

Tabla 1:

Resumen de las características de sitio y de la estructura de la masa forestal de los distintos hábitats bajo estudio. Los datos entre paréntesis indican la desviación estándar.

Hábitat	Inicio	Nº parcelas	Altitud (m s.n.m.)	Pendiente (%)	Orientación	Densidad (árboles ha ⁻¹)	AB (m ² ha ⁻¹)	n
<i>Pinus halepensis</i>	1997	8	533 (106)	15,67 (8,46)	SO (NO-SE)	1619,37 (975,39)	21,82 (8,08)	130
<i>Pinus nigra</i>	1997	16	759 (154)	16,98 (7,69)	SO (NO-E)	1458,64 (614,05)	25,13 (8,21)	277
<i>Pinus nigra/halepensis</i>	2007	4	451 (76)	11,25 (1,80)	SO (NO-SE)	1229,14 (603,47)	16,91 (3,17)	56
<i>Pinus pinaster</i>	2007	52	888 (158)	12,78 (9,45)	SE (O-NE)	1013,62 (647,40)	44,65 (16,04)	648
<i>Pinus pinea</i>	2020	3	861 (0)	0,00 (0,00)	-	603,61 (764,51)	10,56 (4,40)	3
<i>Pinus sylvestris</i>	1995	34	1174 (187)	9,23 (10,76)	SE (O-NE)	1641,00 (2436,73)	37,29 (18,94)	720
<i>Pinus sylvestris/nigra</i>	2007	8	1048 (110)	23,29 (8,31)	E (SO-N)	1014,44 (808,08)	24,96 (10,11)	111
<i>Pinus uncinata</i>	2015	18	1849 (98)	16,33 (7,49)	NE	1399,28 (374,95)	36,18 (9,59)	108
<i>Quercus ilex</i>	2008	8	734 (113)	25,25 (7,31)	S (O-E)	1542,55 (1133,21)	27,24 (7,17)	104

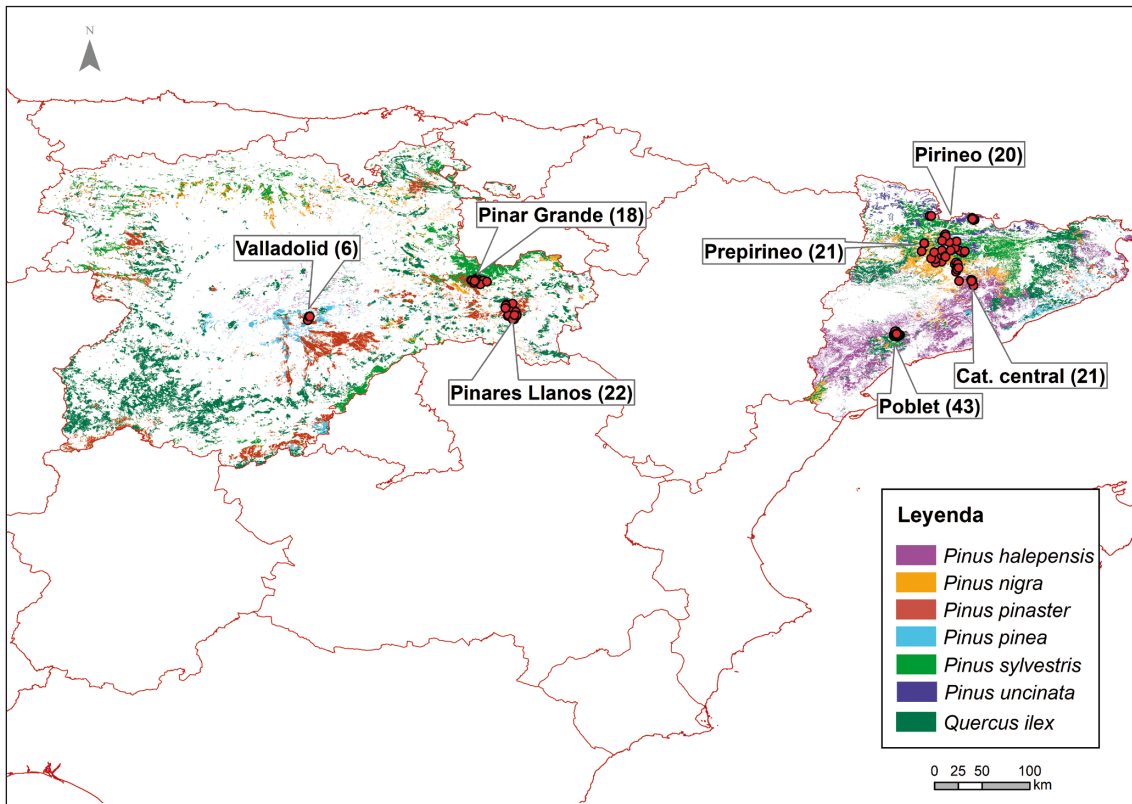


Fig. 5. Mapa de localización de las parcelas permanentes y ecosistemas forestales asociados. Entre paréntesis se muestra el número de parcelas.

Nota: 'Hábitat' indica el tipo de ecosistema forestal dominado por una especie de árbol, 'Inicio' indica el año de comienzo del muestreo de la parcela más antigua (el último año de muestreo para todas las parcelas fue el 2020), 'n' es el número de observaciones (combinación del número de parcelas y años de muestreo), y 'AB' es el área basimétrica de la masa forestal.

El periodo de muestreo micológico varía según el diseño experimental, abarcando desde el año 1995 hasta el año 2020 (Tabla 1). Desde el inicio del muestreo, todos los esporocarpos epígeos (ex-

cepto hongos parásitos) fueron recolectados en cada parcela de inventario con frecuencia semanal desde principios de verano y durante el otoño. Dichos esporocarpos se llevaron al laboratorio para su identificación a nivel de especie y su posterior pesado en fresco. Finalmente, se cuantificó para cada hábitat el peso anual de las especies comerciales más representativas de España (Tabla 2): género *Boletus* (*B. edulis*, *B. aereus*, *B. pinophilus*), género *Lactarius* (*L. deliciosus*, *L. sanguifluus*, *L. semisanguifluus*, *L. vinosus*, *L. quieticolor*, *L. deterrimus*), *Hygrophorus limacinus*, *Cantharellus cibarius*, *Tricholoma terreum* y *Craterellus lutescens*.

**Tabla 2:**

Resumen por cada tipo de hábitat de las producciones en peso fresco ($\text{kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$) de setas comestibles. Los datos entre paréntesis indican la desviación estándar.

Hábitat	Bolgru	Lacgru	Lacdel	Hyglim	Cancib	Triter	Cralut
<i>Pinus halepensis</i>	0,00 (0,00)	1,89 (6,67)	1,71 (6,59)	6,98 (20,38)	0,00 (0,00)	0,21 (0,80)	1,25 (6,12)
<i>Pinus nigra</i>	0,00 (0,00)	4,75 (12,22)	4,04 (10,94)	2,11 (10,38)	0,00 (0,00)	1,67 (5,90)	5,30 (24,71)
<i>Pinus nigra/halepensis</i>	0,00 (0,00)	1,00 (2,42)	0,26 (0,88)	0,06 (0,46)	0,00 (0,00)	5,86 (13,83)	0,76 (3,29)
<i>Pinus pinaster</i>	0,01 (0,22)	20,44 (56,99)	11,34 (36,78)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	2,37 (6,98)	0,00 (0,00)
<i>Pinus pinea</i>	0,00 (0,00)	13,15 (16,12)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
<i>Pinus sylvestris</i>	18,32 (45,40)	9,41 (35,81)	8,21 (34,97)	0,5 (2,83)	0,26 (4,27)	0,58 (3,46)	1,39 (10,75)
<i>Pinus sylvestris/nigra</i>	0,71 (6,07)	7,07 (13,23)	3,46 (7,00)	2,24 (11,05)	0,00 (0,00)	4,32 (8,86)	7,10 (42,50)
<i>Pinus uncinata</i>	5,63 (18,68)	1,68 (5,94)	0,19 (0,86)	0,00 (0,00)	0,98 (3,49)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
<i>Quercus ilex</i>	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,02 (0,10)	0,00 (0,00)

Nota: 'Hábitat' indica el tipo de ecosistema forestal dominado por una especie de árbol, 'Bolgru' es el *Boletus* grupo *edulis* (*i. e.*, *B. edulis*, *B. aereus*, *B. pinophilus*), 'Lacgru' es el *Lactarius* grupo *deliciosus* (*i. e.*, *L. deliciosus*, *L. sanguifluus*, *L. semisanguifluus*, *L. deterrimus*, *L. vinosus*, *L. quieticolor*), 'Lacdel' es el *Lactarius deliciosus*, 'Hyglim' es el *Hygrophorus limacinus*, 'Cancib' es el *Cantharellus cibarius*, 'Triter' es el *Tricholoma terreum* y 'Cralut' es el *Craterellus lutescens*. El número de observaciones por hábitat es el mismo que el de la Tabla 1.

Con el fin de estimar la producción anual de setas comerciales, se llevó a cabo una modelización matemática en dos fases para cada hongo comestible. Es decir, el primer modelo estima la probabilidad de aparición del hongo y el segundo modelo estima la producción de setas en escala logarítmica (excluyendo los $0 \text{ kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$). El modelo final de producción aúna los dos modelos previos, de tal manera que la producción predicha (paso 2) estará condicionada por regresión logística (paso 1). Esta metodología, conocida como modelos en dos partes (modelo "Hurdle"), evita la inflación de ceros provocada por parcelas de inventario de pequeño tamaño y la gran estocasticidad de la fructificación de hongos (HAMILTON & BRICKELL, 1983; VANCLAY, 1992). Ambos modelos se han ajustado a partir de variables del terreno y de la masa forestal: Área basimétrica, densidad de la masa, altitud sobre el nivel del mar, pendiente, orientación, hábitat y años. Al considerar el hábitat y los años como variables aleatorias, los modelos lineales mixtos son capaces de tener en cuenta la variabilidad interanual de cada parcela (e indirectamente de las condiciones meteorológicas del año) y la variabilidad espacial entre hábitats. Para

corregir las predicciones, por el sesgo resultante de la "destransformación" a la escala original, se aplicó a todos los modelos de producción el factor de corrección de sesgo de Snowdon (SNOWDON, 1991). Finalmente, se tuvo en cuenta los siguientes criterios a la hora de evaluar la idoneidad de los modelos: significancia estadística ($p \leq 0,05$ o $t \geq 2$), parsimonia, robustez, consistencia con el conocimiento ecológico actual, ausencia de sesgo, precisión, homocedasticidad, distribución normal de los residuos, pseudo- R^2 (NAKAGAWA & SCHIELZETH, 2013) y el error de la raíz del error cuadrático medio (RECM). Todos los modelos se ajustaron mediante el paquete lme4 (BATES & *al.*, 2014), dentro del programa R (R CORE TEAM, 2014).

Resultados

De forma generalizada, las producciones predichas de las distintas setas comestibles dependen fuertemente de las características de la masa forestal (hábitat y área basimétrica [AB]). Por el contrario, la altitud, la pendiente y la orientación del terreno influyen o no en la producción de setas dependiendo de la especie de hongo.

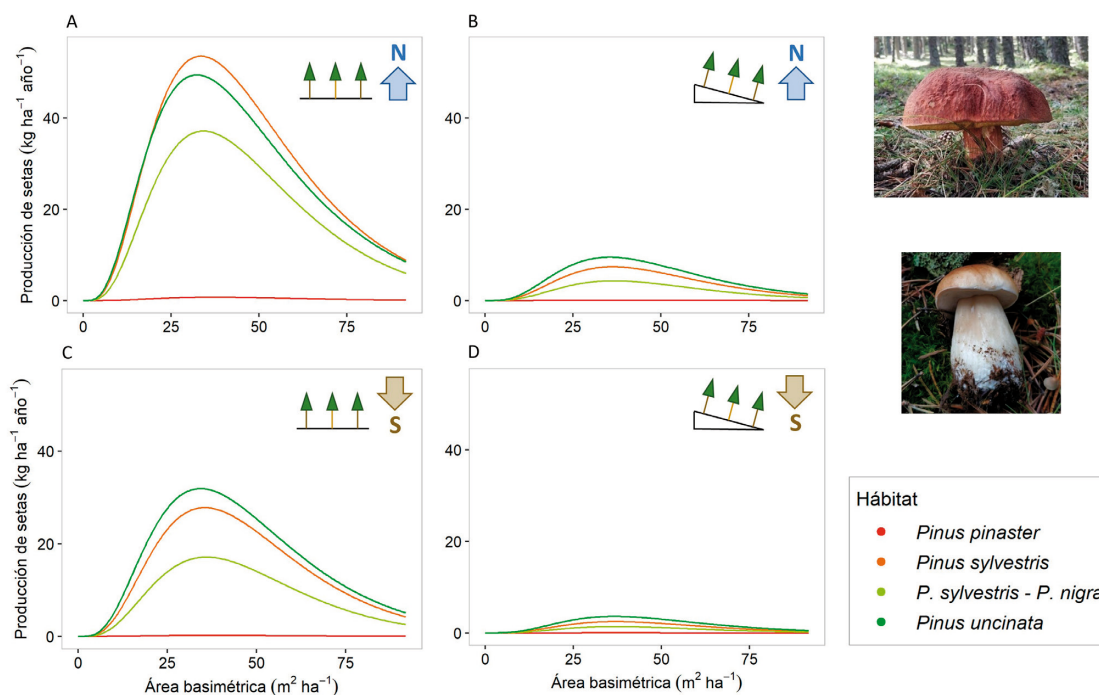


Fig. 6. *Boletus* grupo *edulis* (i. e., *B. edulis*, *B. aereus*, *B. pinophilus*). Producción predicha de setas para cada hábitat, en función de la estructura de la masa (área basimétrica [AB]) y de la pendiente y orientación del terreno. 'A' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones sin pendiente y orientación norte, 'B' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con 15% de pendiente y orientación norte, 'C' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones sin pendiente y orientación sur, 'D' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con 15% de pendiente y orientación sur.

1.- *Boletus* grupo *edulis* (Fig. 6): se estima que las mayores producciones anuales de setas se alcanzan en terrenos llanos con orientación norte y con un AB de 35 m² ha⁻¹ aprox. La producción disminuye por encima o por debajo de ese AB, acentuándose en terrenos con más pendiente y orientados al sur. Las mayores producciones se estimaron en masa forestales de *P. sylvestris* y *P. uncinata*, y en menor medida en masas mixtas de *P. sylvestris* con *P. nigra*.

2.- *Lactarius* grupo *deliciosus* (Fig. 7): se estima que las mayores producciones anuales de setas se alcanzan en terrenos con pendiente, a altitudes altas y con un AB de 20 m² ha⁻¹ aprox. La producción disminuye por encima o por debajo de ese AB, acentuándose en terrenos llanos a altitudes bajas. Las mayores producciones se estimaron en masas forestales de *P. pinaster*, *P. pinea*, y en masas puras o mixtas de *P. sylvestris*.

3.- *Lactarius deliciosus* (Fig. 8): se estima que las mayores producciones anuales de setas se alcanzan en terrenos orientados al sur, a altitudes altas y con un AB de 35 m² ha⁻¹ aprox. La producción disminuye por encima o por debajo de ese AB, acentuándose en terrenos orientados al norte a altitudes bajas. Las mayores producciones se estimaron en masas forestales de *P. pinaster*, *P. sylvestris* y *P. nigra*.

4.- *Hygrophorus limacinus* (Fig. 9): se estima que las mayores producciones anuales de setas se alcanzan en terrenos orientados al sur y con un AB de 12 m² ha⁻¹ aprox. La producción disminuye por encima o por debajo de ese AB, acentuándose en terrenos orientados al norte. Las mayores producciones se estimaron en masa forestales de *P. halepensis* y, en menor medida, en masas puras o mixtas de *P. sylvestris* y *P. nigra*.

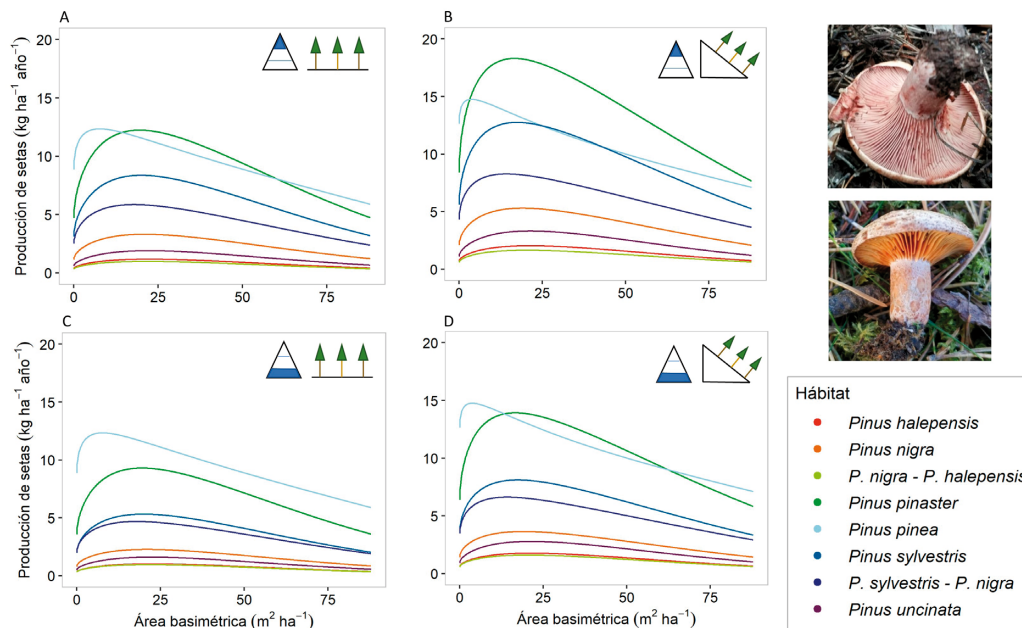


Fig. 7. *Lactarius* grupo *deliciosus* (i. e., *L. deliciosus*, *L. sanguifluus*, *L. semisanguifluus*, *L. deterrimus*, *L. vinosus*, *L. quieticolor*). Producción predicha de setas para cada hábitat, en función de la estructura de la masa (área basimétrica [AB]) y de la pendiente y altitud del terreno. 'A' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones sin pendiente y a altitud máxima de cada hábitat, 'B' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con 40% de pendiente y a altitud máxima de cada hábitat, 'C' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones sin pendiente y a altitud mínima de cada hábitat, 'D' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con 40% de pendiente y a altitud mínima de cada hábitat.

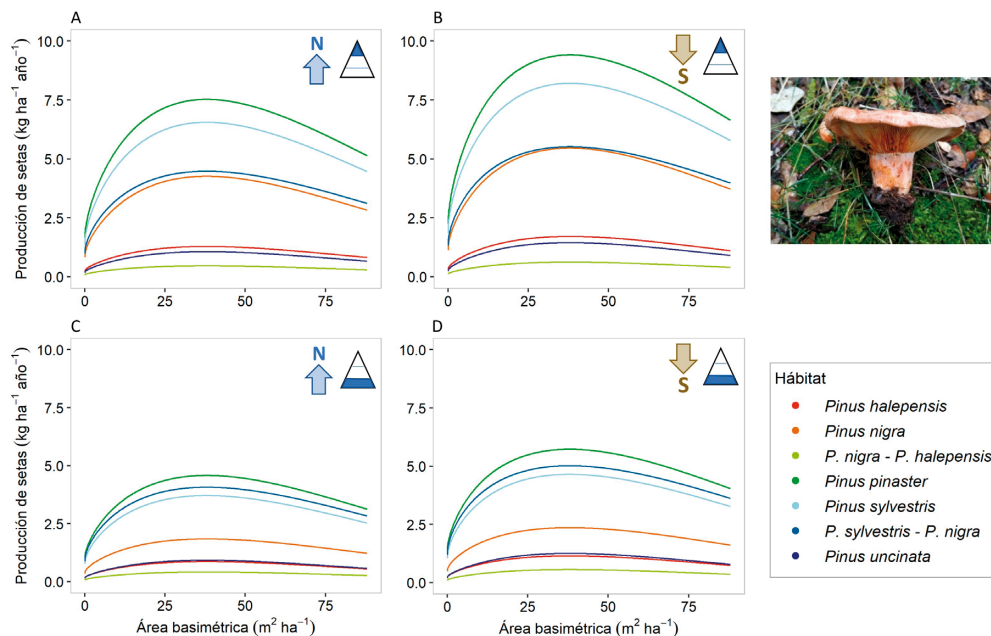


Fig. 8. *Lactarius deliciosus*. Producción predicha de setas para cada hábitat, en función de la estructura de la masa (área basimétrica [AB]) y de la orientación y altitud del terreno. 'A' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con orientación norte y a altitud máxima de cada hábitat, 'B' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con orientación sur y a altitud máxima de cada hábitat, 'C' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con orientación norte y a altitud mínima de cada hábitat, 'D' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con orientación sur y a altitud mínima de cada hábitat.

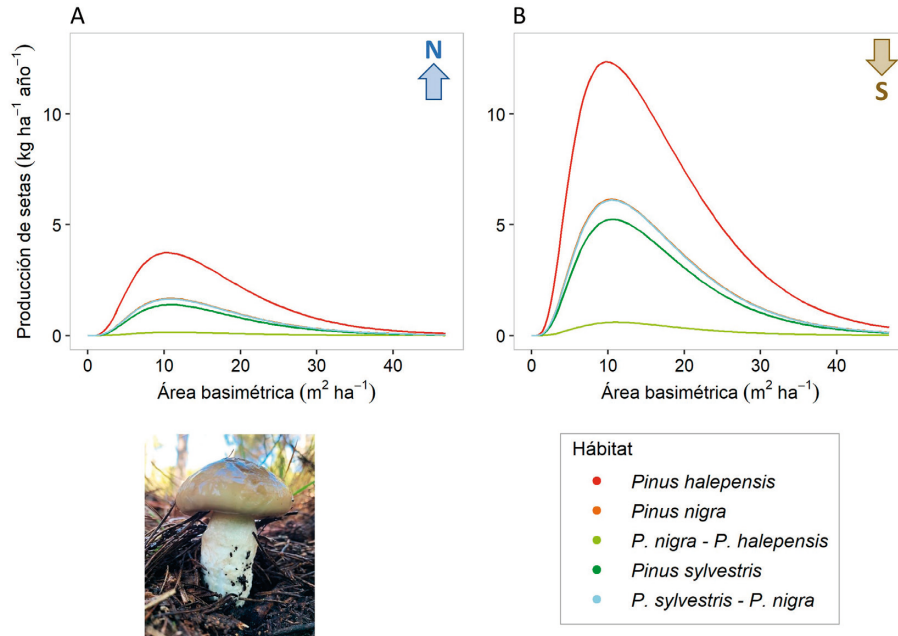


Fig. 9. *Hygrophorus limacinus*. Producción predicha de setas para cada hábitat, en función de la estructura de la masa (área basimétrica [AB]) y de la orientación del terreno. 'A' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con orientación norte, 'B' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con orientación sur.

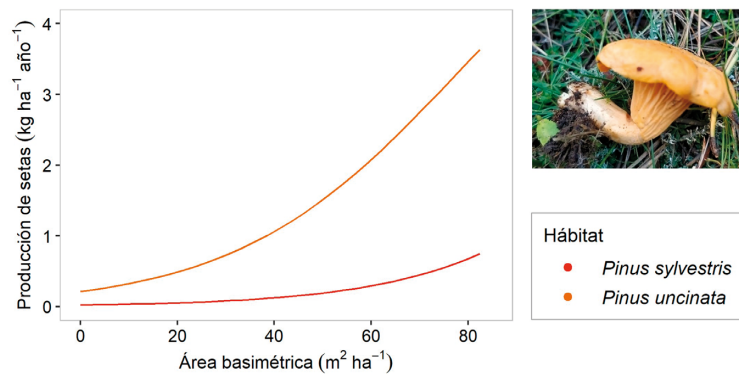


Fig. 10. *Cantharellus cibarius*. Producción predicha de setas para cada hábitat, en función de la estructura de la masa (área basimétrica).

5.- *Cantharellus cibarius* (Fig. 10): se estima que se alcanzan mayores producciones anuales de setas a mayor AB, en masas forestales de *P. uncinata* y, en menor medida, de *P. sylvestris*. Como no fue posible ajustar un modelo lineal mixto para la producción de setas, se asignó la producción media observada por hábitat al modelo final (*i. e.*, *P. sylvestris* = 11.1 kg ha⁻¹ año⁻¹, *P. uncinata* = 6.61 kg ha⁻¹ año⁻¹, sin contar con los valores cero).

6.- *Tricholoma terreum* (Fig. 11): se estima que las mayores producciones anuales de setas se alcanzan en terrenos llanos con orientación sur y con un AB de 15 m² ha⁻¹ aprox. La producción disminuye por encima o por debajo de ese AB, acentuándose en terrenos con más pendiente y orientados al norte. Las mayores producciones se estimaron en masa forestales mixtas de *P. sylvestris* con *P. nigra* y de *P. nigra* con *P. halepensis*, y en menor medida en masas puras de *P. pinaster* y *P. nigra*.

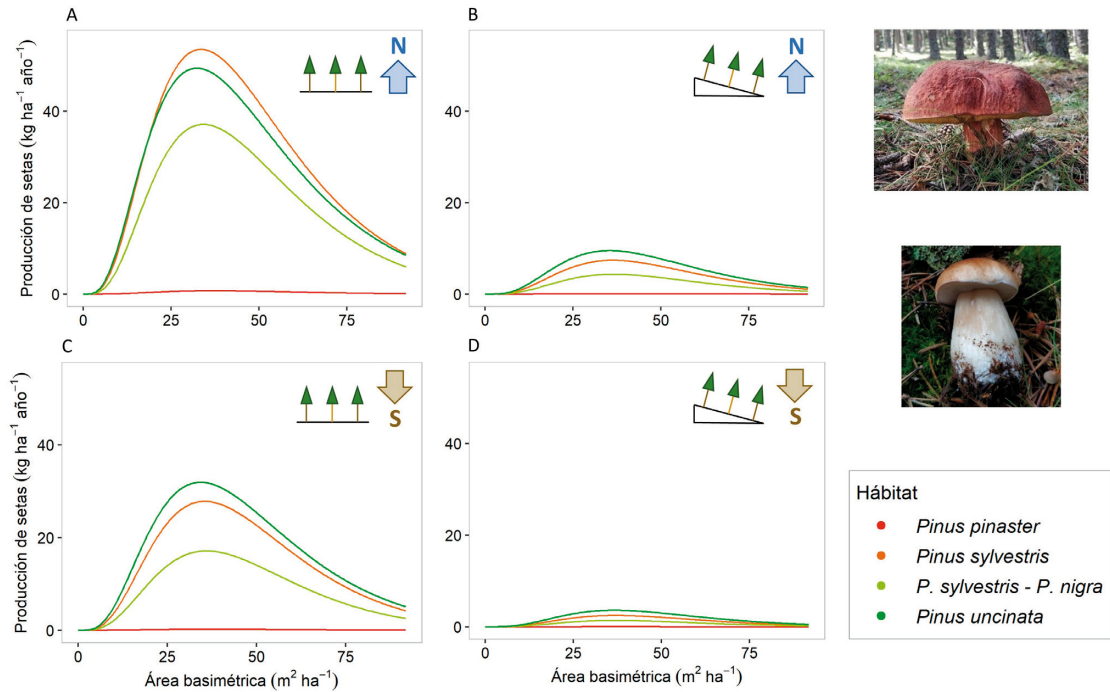


Fig. 11. *Tricholoma terreum*. Producción predicha de setas para cada hábitat, en función de la estructura de la masa (área basimétrica [AB]) y de la pendiente y orientación del terreno. 'A' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones sin pendiente y orientación sur, 'B' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones sin pendiente y orientación norte, 'C' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con 40% de pendiente y orientación sur, 'D' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con 40% de pendiente y orientación norte.

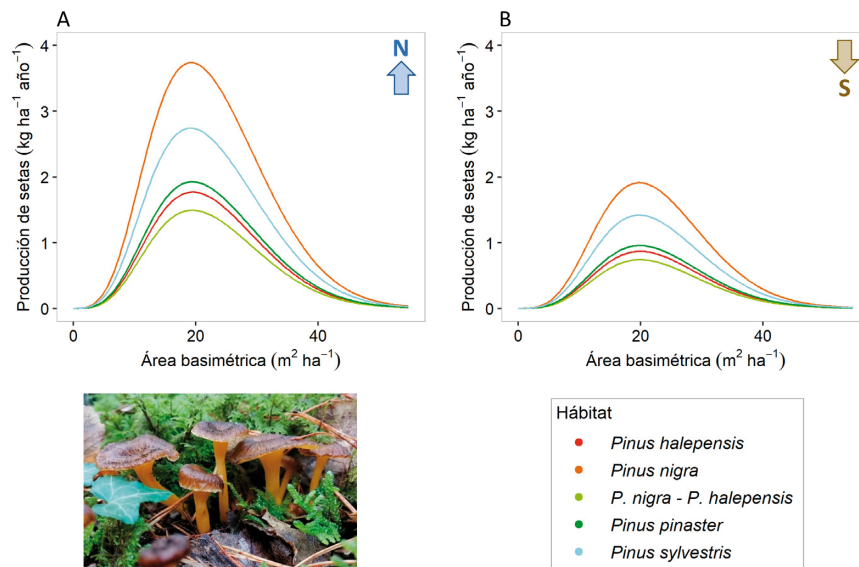


Fig. 12. *Craterellus lutescens*. Producción predicha de setas para cada hábitat, en función de la estructura de la masa (área basimétrica [AB]) y de la orientación del terreno. 'A' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con orientación norte, 'B' muestra el efecto del AB sobre la producción en condiciones con orientación sur.



7.- *Craterellus lutescens* (Fig. 12): se estima que las mayores producciones anuales de setas se alcanzan en terrenos orientados al norte y con un AB de 20 m² ha⁻¹ aprox. La producción disminuye por encima o por debajo de ese AB, acentuándose en terrenos orientados al sur. Las mayores producciones se estimaron en masa forestales de *P. nigra* y, en menor medida, en masas de *P. sylvestris*.

Conclusiones

Los modelos ajustados en este trabajo reflejan las relaciones entre las producciones de las distintas setas comerciales y las características del terreno y de la masa forestal en consonancia con el conocimiento científico actual (MARTÍNEZ DE ARAGÓN & *al.*, 2007; BONET & *al.*, 2010; BONET & *al.*, 2012; MARTÍNEZ-PEÑA & *al.*, 2012; BONET & *al.*, 2014; DE-MIGUEL & *al.*, 2014; TOMAO & *al.*, 2017; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ & *al.*, 2019). Además, son el primer paso para establecer una gestión dinámica y eficaz de sistemas de regulación de la recolección, que permita a todos los propietarios de montes o terrenos productores desarrollar una actividad sostenible, mejorando la protección del medio ambiente y a la vez eficiente que proporcione el máximo valor añadido.

(iii) CRITERIOS DE GESTIÓN SOSTENIBLE DEL RECURSO MICOLÓGICO Y CRITERIOS DE GESTIÓN FORESTAL PARA OPTIMIZAR DICHO PROVECHAMIENTO

Introducción

Las características de la masa forestal (p. ej., especie forestal, edad del arbolado, área basimétrica y densidad) junto con las variables climáticas y del terreno (p. ej., temperatura, precipitación, orientación, pedregosidad y pendiente) determinan la productividad de las setas silvestres del ecosistema (BONET & *al.*, 2008; BONET & *al.*, 2010). Aunque las condiciones climáticas y del terreno no pueden ser controladas por los gestores forestales, la producción de setas puede verse afectada por las prácticas silvícolas (PILZ & *al.*, 2006; EGLI & *al.*, 2010; BONET & *al.*, 2012). Este impacto sobre la productividad de las setas será positivo o negativo

según el tipo de gestión forestal aplicado y de su intensidad.

La gestión forestal también desencadena sobre los hongos efectos indirectos relacionados con la perturbación del suelo, causado por la corta y extracción de árboles (*i. e.*, escarificación y compactación) (HARTMANN & *al.*, 2012). Por otro lado, los distintos tratamientos forestales han mostrado tener diferentes resultados en la composición de la comunidad fúngica, favoreciendo o perjudicando la fructificación de determinados hongos (TOMAO & *al.*, 2020). De esta manera, algunos estudios previos llevados a cabo en distintos ecosistemas forestales, han servido para poder ver cuál es la consecuencia sobre las setas de las diferentes actuaciones de gestión forestal por las que se elimina parcial o totalmente la estructura arbórea (TOMAO & *al.*, 2017).

Actualmente, son muchas las comunidades autónomas las que han legislado este aprovechamiento, siendo Castilla y León la comunidad autónoma con mayor desarrollo legislativo. El Real Decreto 31/2017, de 5 de octubre, por el que se regula el Recurso Micológico Silvestre en Castilla y León establece de forma general directrices sobre prácticas y características de algunas setas claves para la gestión sostenible del recurso. Sin embargo, no hay unanimidad entre comunidades en la selección de criterios para llegar a una gestión sostenible del aprovechamiento micológico evitando así la sobreexplotación del mismo.

Por tanto, a continuación, se proponen una serie de conclusiones derivadas de estudios científicos y buenas prácticas para establecer (i) Criterios de gestión sostenible del recurso micológico; y (ii) Criterios de gestión forestal sostenible para fomentar la producción de setas comestibles.

Criterios de gestión sostenible del recurso micológico

1.- La capacidad productora de un ecosistema es cuantificable en base a herramientas como la desarrollada en el proyecto GO MIKOGEST, por lo que sería conveniente establecer limitaciones de aforo en cuanto al número de recolectores que acceden a determinadas zonas productoras. El elevado pisoteo de las zonas donde hay mayor afluencia, tanto de los recolectores como de los vehículos,



los en su acceso es un factor importante a tener en cuenta dado que puede producir una compactación del suelo y por tanto una disminución de la fructificación de especies (ALTELARREA & MARTÍNEZ-PEÑA, 2007) similar a la producida por algunas prácticas silvícolas (AMARANTHUS, 1996; PILZ & MOLINA, 2002). Por tanto, teniendo en cuenta la capacidad productora del ecosistema y siguiendo las recomendaciones legislativas en cuanto a la prohibición de recolección tanto de individuos extramaduros como los del mínimo tamaño establecido, se puede establecer el número total de recolectores que el sistema puede soportar en ese espacio en un año tipo y para un recolector medio.

2.- En referencia a los tamaños mínimos establecidos legalmente (p. ej., Disposición transitoria Primera del RD 31/2017) para las diferentes especies, es importante fijarlos con el objeto de no recolectar especies demasiado pequeñas que no hayan llegado a la madurez suficiente para generar esporulación suficiente que comprometa la sostenibilidad de la especie fúngica (GINER GARCÍA & MARTÍNEZ-PEÑA, 2003). Estos tamaños mínimos de recolección, deben establecerse fundamentados en base científica, desarrollando estudios o ensayos de esporulación para cada una de las especies objeto de aprovechamiento.

La recomendación legislativa en el caso de la "senderilla" (*Marasmius oreades*) en cuanto a el tamaño mínimo del diámetro del sombrero se establece con carácter general en 2 centímetros. Los ensayos de esporulación realizados en el marco del proyecto GO MIKOGEST, arrojan que el tamaño mínimo de recolección recomendado para esta especie debe ser superior a 3 centímetros de diámetro de sombrero, por debajo del cual la subsistencia de la especie puede estar comprometida (Fig. 13).

En lo que respecta al "perrechico" (*Calocybe gambosa*) el tamaño mínimo recogido en la legislación se establece con carácter general en 3 centímetros de diámetro de sombrero, no obstante, se recomienda no recoger por debajo de 4 cm. Al igual que para la "senderilla", se han realizado ensayos de esporulación para *Calocybe gambosa*, con un resultado de un tamaño mínimo recomendado de recolección por encima de 4 centímetros de diámetro de sombrero, para garantizar la sostenibilidad en el aprovechamiento de esta especie (Fig. 14).

Por último, aunque la legislación vigente no concreta el tamaño mínimo de recolección de forma particular para los "marzuolos" (*Hygrophorus marzuolus*), si establece de forma generalizada para esta y el resto de las especies un diámetro mínimo de 4 cm. En este caso concreto el tamaño mínimo de recolección puede ser establecido en los 3 centímetros (ALTELARREA & MARTÍNEZ-PEÑA, 2007).

3.- Dada la multifuncionalidad de nuestros bosques, es importante una buena gestión y coordinación para conseguir la simultaneidad de los mismos, integrando a todos los actores implicados en cada uno de los posibles aprovechamientos de cada monte. Para ello, sería conveniente conocer en tiempo real donde se van a realizar aprovechamientos como la caza, para evitar el acceso de recolectores a los espacios donde se están realizando. Incluso podrían distanciarse en el tiempo siempre que sea posible como es el caso de los aprovechamientos madereros. También es conocida la alta palatabilidad que presentan las setas silvestres para el ganado vacuno y animales silvestres como el corzo y el jabalí. De hecho, se estima que el 27% de la producción de setas se pierde por este hecho (ALTELARREA & MARTÍNEZ-PEÑA, 2007). Así, con el objeto de disminuir la presión ganadera sobre el aprovechamiento micológico, se considera conveniente limitar el acceso del ganado doméstico, el realmente controlable, a estas zonas más productoras durante las épocas de fructificación de las especies micológicas comestibles.

Criterios de gestión forestal para mejorar el aprovechamiento micológico

1.- Las claras forestales, aparte de mejorar la masa forestal eliminando cierta competencia, han mostrado por lo general ser una herramienta útil a intensidad baja-moderada por su efecto positivo en la productividad de ciertas setas comestibles (sobre todo inmediatamente tras la corta) (p. ej., BONET & *al.*, 2012). Estas prácticas silvícolas permiten a los árboles que permanecen en pie crecer mejor debido a una mayor disponibilidad de nutrientes, cediendo más carbohidratos a los hongos en simbiosis, que serán invertidos en su fructificación. Al reducir ligeramente la densidad de la masa también se evita cambios bruscos en el microclima (p. ej., poca evaporación), además de facilitar al hongo un mayor acceso directo al agua.

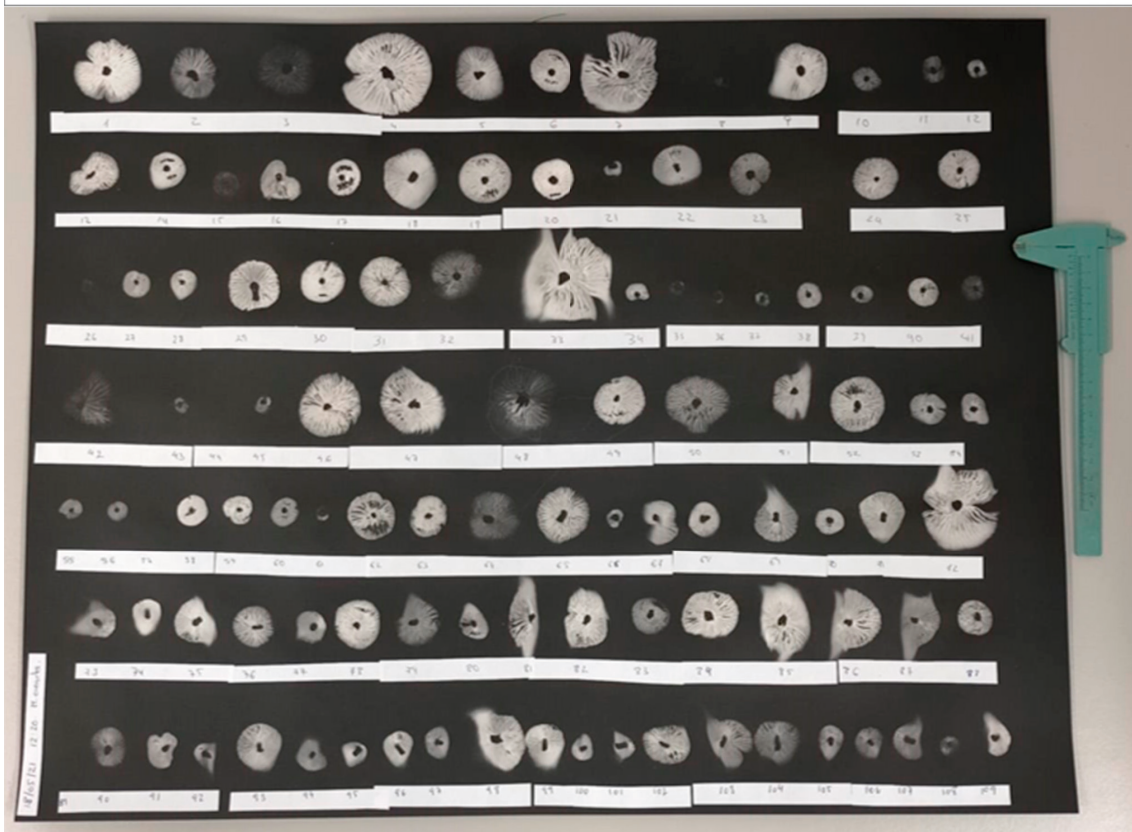
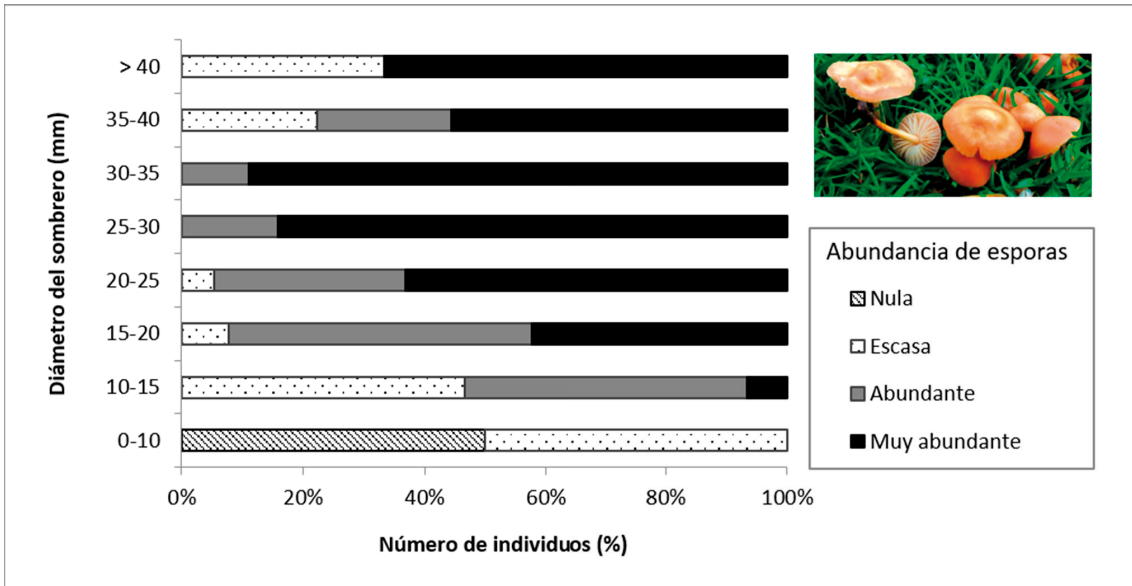


Fig. 13. Ensayo de esporulación *Marasmius oreades*. Abundancia de esporas en función del diámetro del sombrero (eje y) y del número de individuos (eje x).

2.- Dentro de los métodos de regeneración de la masa, aquellos menos invasivos son los que promueven más la productividad y diversidad de setas. Para masas regulares, es más conveniente el uso de acl-

reo sucesivo uniforme, en vez de cortas a hecho, ya que los árboles remanentes actúan como reservorio fúngico (PETER & *al.*, 2013). En el caso de las masas irregulares, las cortas selectivas, sobre todo por bos-

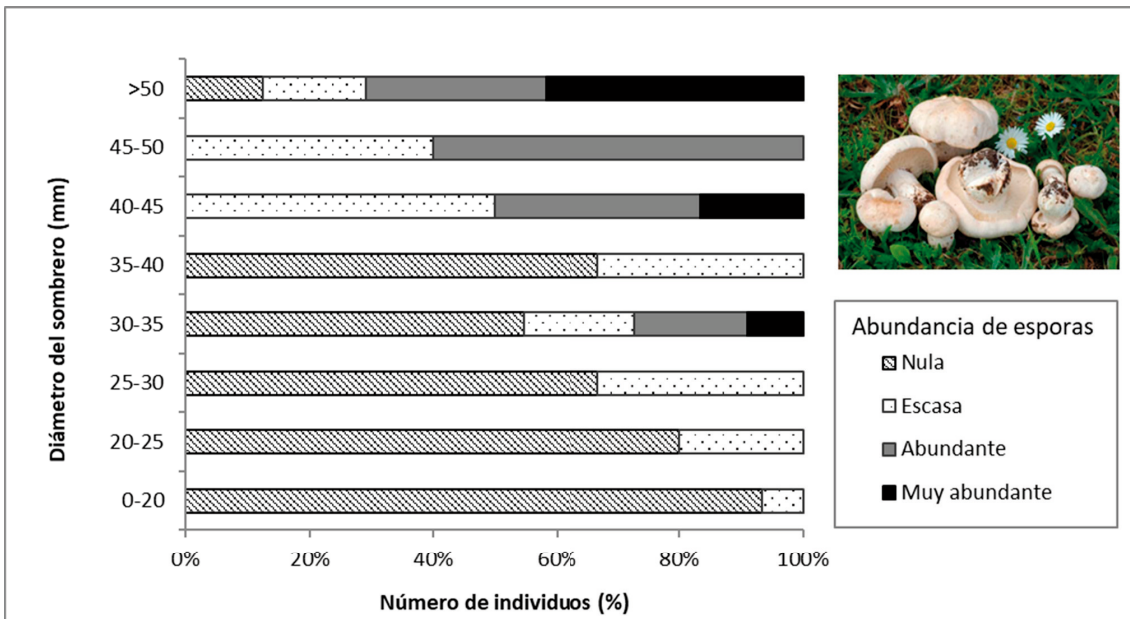


Fig. 14. Ensayo de esporulación *Calocybe gambosa*. Abundancia de esporas en función del diámetro del sombrero (eje y) y del número de individuos (eje x).



quetés, han mostrado tener una menor producción de setas micorrícicas en los huecos creados por las cortas (GREBENC & *al.*, 2009).

3.- El uso de árboles micorrizados se ha enfocado tradicionalmente en la mejora del crecimiento de los árboles, más que en la producción de setas *per se*. Solo bajo determinadas condiciones controladas y en plantaciones se ha podido domesticar algunos hongos micorrícicos comestibles. Es el caso del *Boletus* grupo *edulis* en jarales (ORIA-DE-RUEDA & *al.*, 2008) y, sobre todo, del *Lactarius* grupo *deliciosus* en distintos pinares (POITOU & *al.*, 1984; GUINBERTEAU & *al.*, 1990; GUERIN-LAGUETTE & *al.*, 2014).

4.- Incrementar la diversidad de la composición vegetal, fomentando masas mixtas, puede resultar en una mayor diversidad de setas comestibles. Además, estos bosques han demostrado ser más resistentes y resilientes a factores bióticos y abióticos (p. ej., sequías) (PRETZSCH & *al.*, 2013; CONDÉS & DEL

RÍO, 2015), garantizando por tanto la productividad de setas a medio-largo plazo.

5.- Para evitar la perturbación del suelo y, por lo tanto, la alteración de la productividad de setas (AMARANTHUS, 1996; PILZ & MOLINA, 2002), se recomienda que las operaciones silviculturales sean lo menos dañinas posible al medio. Esto se puede conseguir mediante el uso de motosierras en vez de cosechadoras forestales, y mediante la extracción de pies con cable aéreo.

6.- Mediante la eliminación parcial o total del estrato arbustivo se consigue que haya una mayor cantidad de recursos y agua para los árboles y los hongos en simbiosis (NOCENTINI & *al.*, 2004). Así mismo, hay ciertos hongos micorrícicos comestibles asociados a especies particulares de arbustos. Este es el caso de las altas producciones de setas de *Boletus edulis* en jarales mediterráneos (HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ & *al.*, 2015).

REFERENCIAS

- ALTELARREA, J.M., & F. MARTÍNEZ-PEÑA (2007). Dinámica de la producción de carpóforos, presión recolectora y aprovechamiento del hongo ectomicorrícico comestible de fructificación invernal *Hygrophorus marzuolus* (Fr.) Bres. en Pinar Grande (Soria). *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 147-159.
- AMARANTHUS, M.P. (1996). *Soil Compaction and Organic Matter Affect Conifer Seeding Nonmycorrhizal and Ectomycorrhizal Root Tip Abundance and Diversity*. Vol. 494. US Department of Agriculture, Pacific Northwest Research Station. Portland.
- BATES, D., M. MÄCHLER, B. BOLKER & S. WALKER (2014). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *arXiv preprint arXiv:1406.5823*.
- BOA, E. (2004). *Wild edible fungi: a global overview of their use and importance to people*. Non-Wood Forest Products. No. 17, FAO. Forestry Department. Rome. 148 pp.
- BONET, J.A., S. DE-MIGUEL, J. MARTÍNEZ DE ARAGÓN, T. PUKKALA & M. PALAHÍ (2012). Immediate effect of thinning on the yield of *Lactarius* group *deliciosus* in *Pinus pinaster* forests in Northeastern Spain. *For. Ecol. Manag.* 265: 211-217.
- BONET, J.A., J.R. GONZÁLEZ-OLABARRIA & J. MARTÍNEZ DE ARAGÓN (2014). Mushroom production as an alternative for rural development in a forested mountainous area. *J. Mt. Sci.* 11: 535-543.
- BONET, J.A., M. PALAHÍ, C. COLINAS, T. PUKKALA, C.R. FISCHER, J. MINA & J. MARTÍNEZ DE ARAGÓN (2010). Modelling the production and species richness of wild mushrooms in pine forests of the Central Pyrenees in northeastern Spain. *Can. J. For. Res.* 40: 347-356.
- BONET, J.A., T. PUKKALA, C.R. FISCHER, M. PALAHÍ, J. MARTÍNEZ DE ARAGÓN & C. COLINAS (2008). Empirical models for predicting the production of wild mushrooms in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests in the Central Pyrenees. *Ann. For. Sci.* 65: 206p1-206p9.
- CONDÉS, S. & M. DEL RÍO (2015). Climate modifies tree interactions in terms of basal area growth and mortality in monospecific and mixed *Fagus sylvatica* and *Pinus sylvestris* forests. *Eur. J. For. Res.* 134: 1095-1108.
- DE-MIGUEL, S., J.A. BONET, T. PUKKALA, & J. MARTÍNEZ DE ARAGÓN (2014). Impact of forest management intensity on landscape-level mushroom productivity: a regional model-based scenario analysis. *For. Ecol. Manag.* 330: 218-227.
- EGLI, S., F. AYER, M. PETER, B. EILMANN & A. RIGLING (2010). Is forest mushroom productivity driven by tree growth? Results from a thinning experiment. *Ann. For. Sci.* 67: 509.
- GINER-GARCÍA, M. & F. MARTÍNEZ-PEÑA (2003). Primeros resultados del estudio de la presión recolectora sobre *Lactarius deliciosus* Fr. A partir del inventario de recolectores y de la evolución de carpóforos en la zona de actuación del proyecto MYAS (Soria). *Actas del I Congreso Nacional de Micología Forestal Aplicada*. Soria. (en prensa).



- GREBENC, T., M. CHRISTENSEN, U. VILHAR, M. ČATER, M.P. MARTÍN, P. SIMONCIC & H. KRAIGHER (2009). Response of ectomycorrhizal community structure to gap opening in natural and managed temperate beech-dominated forests. *Can. J. For. Res.* 39: 1375-1386.
- GUERIN-LAGUETTE, A., N. CUMMINGS, R.C. BUTLER, A. WILLOWS, N. HESOM-WILLIAMS, S. LI & Y. WANG (2014). *Lactarius deliciosus* and *Pinus radiata* in New Zealand: towards the development of innovative gourmet mushroom orchards. *Mycorrhiza* 24: 511-523.
- GUINBERTEAU, J., M. DUCAMP, N. POITOU, M. MAMOUN & J.M. OLIVER (1990). Ecology of various competitors from an experimental plot of *Pinus pinaster* inoculated with *Suillus granulatus* and *Lactarius deliciosus*. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 28: 161-165.
- HAMILTON JR, D.A. & J.E. BRICKELL (1983). Modeling methods for a two-state system with continuous responses. *Can. J. For. Res.* 13: 1117-1121.
- HARTMANN, M., C.G. HOWES, D. VANINSBERGHE, H. YU, D. BACHAR, R. HRISTEN, R.H. NILSSON, S.J. HALLAM & al. (2012). Significant and persistent impact of timber harvesting on soil microbial communities in Northern coniferous forests. *The ISME Journal* 6: 2199.
- HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, M., J.A. ORIA-DE-RUEDA, V. PANDO & P. MARTÍN-PINTO (2015). Impact of fuel reduction treatments on fungal sporocarp production and diversity associated with *Cistus ladanifer* L. ecosystems. *For. Ecol. Manag.* 353: 10-20.
- MARTÍNEZ-PEÑA, F., S. DE-MIGUEL, T. PUKKALA, J.A. BONET, P. ORTEGA-MARTÍNEZ, J. ALDEA & J. MARTÍNEZ DE ARAGÓN (2012). Yield models for ectomycorrhizal mushrooms in *Pinus sylvestris* forests with special focus on *Boletus edulis* and *Lactarius* group *deliciosus*. *For. Ecol. Manag.* 282: 63-69.
- MARTÍNEZ DE ARAGÓN, J., J.A. BONET, C.R. FISCHER & C. COLINAS (2007). Productivity of ectomycorrhizal and selected edible saprotrophic fungi in pine forests of the pre-Pyrenees mountains, Spain: predictive equations for forest management of mycological resources. *For. Ecol. Manag.* 252: 239-256.
- NAKAGAWA, S. & H. SCHIELZETH (2013). A general and simple method for obtaining R² from generalized linear mixed-effects models. *Methods Ecol. Evol.* 4: 133-142.
- NOCENTINI, G., S. DI COCCO & G. DI COCCO (2004). Increasing the production of *Boletus aereus* in a deciduous forest The experience in the area of Mondeggi (FI). *Sherwood* 10: 33-38.
- ORIA-DE-RUEDA, J.A., P. MARTÍN-PINTO & J. OLAI-ZOLA (2008). Bolete Productivity of Cistaceous Scrublands in Northwestern Spain. *Econ. Bot.* 62: 323-330.
- PALAHÍ, M., T. PUKKALA, J.A. BONET, C. COLINAS, C.R. FISCHER & J. MARTÍNEZ DE ARAGÓN (2009). Effect of the inclusion of mushroom values on the optimal management of even-aged pine stands of Catalonia. *For. Sci.* 55: 503-511.
- PETER, M., M. BUÉE & S. EGLI (2013). Biodiversity of mycorrhizal fungi as a crucial player in forest ecosystem functioning: 170-179. In: KRAUS, D. & F. KRUMM (eds.). *Integrative approaches as an opportunity for the conservation of forest biodiversity*. European Forest Institute. Freiburg. 284 pp.
- PILZ, D. & R. MOLINA (2002). Commercial harvests of edible mushrooms from the forests of the Pacific Northwest United States: issues, management, and monitoring for sustainability. *For. Ecol. Manag.* 155: 3-16.
- PILZ, D., R. MOLINA & J. MAYO (2006). Effects of thinning young forests on chanterelle mushroom production. *J. For.* 104: 9-14.
- POITOU, N., M. MAMOUN, M. DUCAMP & J. DELMAS (1984). After *Boletus granulatus*, *Lactarius deliciosus* obtained in fructification in the field from mycorrhizal plants. *Rev. Hortic.* 244: 65-68.
- PRETZSCH, H., G. SCHÜTZE & E. UHL (2013). Resistance of European tree species to drought stress in mixed versus pure forests: evidence of stress release by interspecific facilitation. *Plant Biology* 15: 483-495.
- R CORE TEAM (2014). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna.
- SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M., S. DE-MIGUEL, P. MARTÍN-PINTO, F. MARTÍNEZ-PEÑA, M. PASALODOS-TATO, J.A. ORIA-DE-RUEDA, J. MARTÍNEZ DE ARAGÓN, I. CAÑELLAS & al. (2019). Yield models for predicting aboveground ectomycorrhizal fungal productivity in *Pinus sylvestris* and *Pinus pinaster* stands of northern Spain. *Forest Ecosystems* 6: 52.
- SNOWDON, P. (1991). A ratio estimator for bias correction in logarithmic regressions. *Can. J. For. Res.* 21: 720-724.
- TOMAO, A., J.A. BONET, C. CASTAÑO & S. DE-MIGUEL (2020). How does forest management affect fungal diversity and community composition? Current knowledge and future perspectives for the conservation of forest fungi. *For. Ecol. Manag.* 457: 117678.
- TOMAO, A., J.A. BONET, J. MARTÍNEZ DE ARAGÓN & S. DE-MIGUEL (2017). Is silviculture able to enhance wild forest mushroom resources? Current knowledge and future perspectives. *For. Ecol. Manag.* 402: 102-114.
- VANCLAY, J.K. (1992). Modelling regeneration and recruitment in a tropical rain forest. *Can. J. For. Res.* 22: 1235-1248.
- VOCES, R., L. DIAZ-BALTEIRO & Ó. ALFRANCA (2012). Demand for wild edible mushrooms. The case of *Lactarius deliciosus* in Barcelona (Spain). *J. For. Econ.* 18: 47-60.



Alimentos y bebidas producidos por fermentación con intervención de hongos (II): alimentos de origen vegetal (no cereales) y bebidas

VELASCO, J.M.¹

¹C/ Pontevedra 18, 1.º C. 37003 Salamanca, Salamanca, España. E-mail: juanmvs@telefonica.net

Resumen: VELASCO, J.M. (2021). Alimentos y bebidas producidos por fermentación con intervención de hongos (II): alimentos de origen vegetal (no cereales) y bebidas. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 113-158. Se hace una revisión de los alimentos de origen vegetal, que no procedan de cereales, y de las bebidas que se obtienen por fermentación con la intervención total o parcial de hongos, muchas veces con ayuda de bacterias. En esta segunda parte, de las cuatro clases de alimentos y bebidas establecidas, se muestra una recopilación de 66 alimentos derivados de órganos vegetales que no sean granos de cereales o pseudocereales (ya tratados en la primera parte) y de 136 bebidas, alcohólicas o no, obtenidas de vegetales.

Palabras clave: alimentos fermentados de vegetales, bebidas fermentadas, fermentación, levaduras, mohos, micología aplicada.

Summary: VELASCO, J.M. (2021). Food and beverages produced by fermentation with the intervention of fungi (II): foods of plant origin (not cereals) and beverages. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 113-158. A review of foods of plant origin, which do not come from cereals, and of the drinks obtained by fermentation with the total or partial intervention of fungi, often with the help of bacteria is made. In this second part, of the four established classes of food and beverages, a compilation of 66 foods derived from plant organs, other than cereal grains or pseudo-cereals (already discussed in the first part), and 136 beverages, alcoholic or not, obtained from vegetables is shown.

Keywords: fermented vegetable foods, fermented beverages, fermentation, yeasts, molds, applied mycology.

INTRODUCCIÓN

Se ha calculado que puede haber más de 5.000 variedades de alimentos y bebidas, alcohólicas o no, fermentados en el mundo que son consumidos por miles de millones de personas como alimento básico o como componente alimenticio que representan el 25 % de la alimentación humana global (TAMANG, 2010a). Sin embargo, ha habido cambios en los hábitos de consumo promovidos actualmente por la globalización, los mismos que han inducido a la homogenización de determinados alimentos y bebidas. Ante este escenario, se considera que, en los próximos años, varios alimentos fermentados podrían desaparecer sin haber sido documentados y con ello se perdería parte del conocimiento tradicional acumulado por la humanidad durante miles de años. Este tipo de cultura alimentaria es parte de lo que la UNESCO ha definido como patrimonio cultural inmaterial de la humanidad (SCHLÜTER, 2006). Los alimentos fermentados se están valorando cada vez más, sobre todo aquellos que se consideran funcionales como probióticos o prebióticos, cuyo origen hay que buscarlo en el Paleolítico, el Neolítico o la Edad de los Metales (Fig. 1).

Desde hace miles de años los humanos han obtenido alimentos y bebidas fermentados usando, sin saberlo, microorganismos como bacterias de muy diverso tipo y hongos (levaduras y mohos u hongos miceliares) (Fig. 2) del propio ambiente. En esta segunda parte tratamos los alimentos fermentados que no procedan de granos de cereales y pseudocereales, pues estos ya

han sido analizados en la primera parte, junto con los alimentos fermentados de origen animal (VELASCO, 2019); así como las bebidas fermentadas que las diversas etnias obtienen de muy diferentes plantas y de muy diversos órganos vegetales, como granos de cereales y pseudocereales (frutos de familias botánicas diferentes a *Gramineae* o *Poaceae*), pero también de otros como frutos, semillas, raíces, tubérculos, tallos, etc.

Recordamos que en este trabajo se ha optado por subdividir los alimentos y bebidas fermentados en cuatro clases:

- a) Alimentos fermentados de origen animal (carnes, pescados, miel),
- b) Alimentos fermentados de cereales y pseudocereales (granos),
- c) Alimentos fermentados de vegetales no cereales ni pseudocereales (raíces, etc.).
- d) Bebidas fermentadas alcohólicas y no alcohólicas de cualquier origen.

Las dos últimas clases (c y d) de fermentados son las que se desarrollan en esta segunda parte, incluyendo 202 productos fermentados. Se sigue la misma estructura, con descripciones más o menos breves de los diferentes alimentos o bebidas obtenidos por fermentación con hongos y un cuadro resumen en cada apartado. Se han consultado las fuentes de información ya trabajadas en la parte primera, sobre todo revisiones y recopilaciones en las áreas geográficas de Asia, África y Sudamérica (CAMPBELL-PLATT & COOK, 1989; WA-

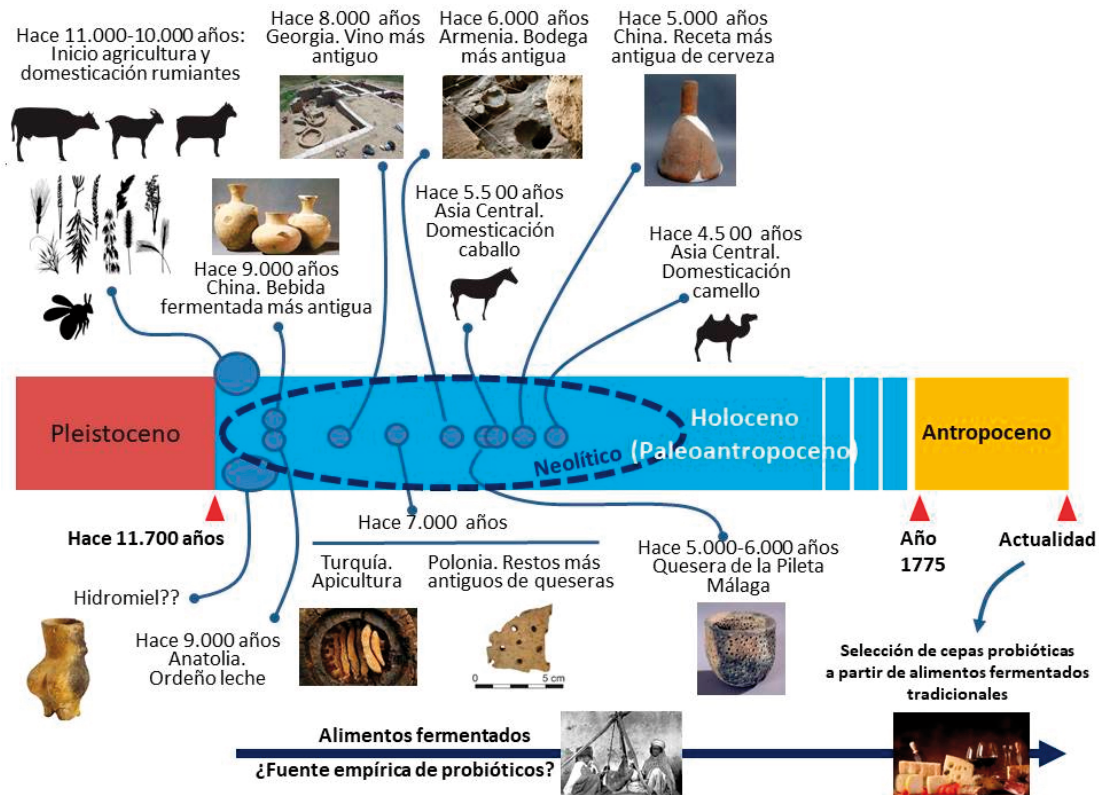


Fig. 1. Referencias más antiguas de alimentos y bebidas fermentados. Fuente: J.M. Rodríguez-Gómez (2016).

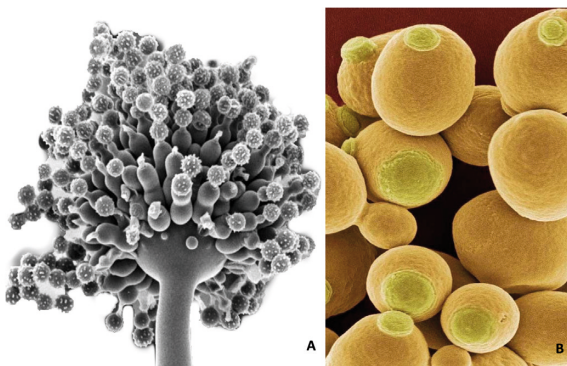


Fig. 2. A. *Aspergillus oryzae*, al MEB, ejemplo de hongo miceliar o moho. B. *Kluyveromyces marxianus*, al MEB en falsos colores, ejemplo de hongo levadura. Fuentes: A. <https://pax-db.org/species/5061>. B. <http://www.biochemtech.uadec.mx/>.

CHER-RODARTE, 1995; STEINKRAUSE, 1996; HAAR, 1999; BLANDINO & *al.*, 2003; NOUT & *al.*, 2007; TAMANG, 2010a, 2010b; HUI, 2012; ALEXANDRAKI & *al.*, 2013; KUMARI & *al.*, 2015; TAMANG & *al.*, 2015; SENAPATI & *al.*, 2016; TAMANG, 2016; TAMANG & *al.*, 2016; ADEBO & *al.*, 2017; RAWAT & *al.*, 2018; AHMED & *al.*, 2019; ZHAO & *al.*, 2019). Así como otras que se han publicado posteriormente o que no fueron encontradas anteriormente (MARSHALL & MEJÍA, 2012;

TAMANG & *al.*, 2012; SOLANGE & *al.*, 2014; KUMARI & *al.*, 2016; DEVAKI & PREMAVALLI, 2019; TAMANG & *al.*, 2020).

Son muchos los productos fermentados que se elaboran en el mundo, sobre todo bebidas alcohólicas, por las diferentes etnias que lo pueblan; muchos de dichos productos están sin investigar en cuanto a la microbiota interviniente en los procesos fermentativos. Por todo ello, hemos querido hacer una cierta selección, a la espera de que sean investigados y documentados. También hay que tener en cuenta, que en muchas ocasiones una serie de productos fermentados se denominan de diferente manera según las etnias que los elaboran, pero son básicamente lo mismo, en ocasiones con pequeñas diferencias en los aditivos o en el proceso.

En general, cada vez hay más pruebas que respaldan firmemente los beneficios, para la salud, de los alimentos fermentados. Sin embargo, la evidencia existente se ha generado principalmente a partir de estudios *in vitro* y en animales, siendo raros los estudios clínicos en este campo. Por lo tanto, el papel potencial de los productos vegetales fermentados en la salud humana aún debe determinarse mediante ensayos clínicos controlados y aleatorizados (SHAHBAZI & *al.*, 2021). Por otro lado, en un trabajo sobre los beneficios de los alimentos fermentados en la salud, SANLIER & *al.* (2017) concluyen que muchos de los posibles beneficios para la salud que se atribuyen a los alimentos y bebidas fermentados son debido a los péptidos biológicamente activos, a las vitaminas y a otros compuestos producidos por las bacterias y hongos responsables de la fermentación. Sin embargo, son necesarios más estudios sobre el nivel de consumo necesario para ver estos beneficios para la salud.



ALIMENTOS FERMENTADOS DERIVADOS DE ÓRGANOS VEGETALES (NO GRANOS DE CEREALES NI PSEUDOCEREALES)

En el procesado de los vegetales como alimentos existen dos métodos fundamentales de preservación que están estrechamente relacionados, como son el salado y la fermentación. Dependiendo de la cantidad de sal añadida, el material crudo será conservado gracias a la disminución de la actividad de agua y la alta actividad iónica (contenido de sal en equilibrio > 10%). Si la cantidad de sal añadida es inferior, o nula, los vegetales experimentarán un proceso de fermentación. Actualmente, el salado se utiliza poco debido a la menor aceptación del consumidor por los alimentos con altas concentraciones de sal, y a los problemas para eliminar la sal adicionada. Por otro lado, la fermentación de los vegetales puede ser llevada a cabo por numerosos grupos de microorganismos (bacterias del ácido láctico o BAL, bacterias no BAL, levaduras y mohos u hongos miceliares). Las bacterias del ácido láctico y las levaduras son preferentemente usadas en Occidente (Europa y América), mientras que en Oriente es más frecuente el empleo de hongos miceliares o mohos en la fermentación (ABRIOUET & *al.*, 2008). El método de biopreservación de vegetales más utilizado implica siempre una fermentación láctica, muchas veces asociada a la presencia de levaduras o mohos; mientras que en la preparación de bebidas y alimentos alcohólicos es la fermentación alcohólica, ocasionada por levaduras, la que predomina o es exclusiva. Algunos vegetales son fermentados solamente por bacterias como es el caso del "chucrut" o col agria, los cuales no son incluidos en este trabajo.

Historia de los principales vegetales (no cereales ni pseudocereales) que se emplean para ser fermentados como alimento

La historia de los vegetales fermentados arranca hace siglos, lo que sabemos mediante restos arqueológicos, sobre todo del Extremo Oriente, la India y Medio Oriente. Así, las "pepitas negras de soja" es uno de los primeros alimentos preparados con soja más antiguos de los que tenemos pruebas sólidas. Excavaciones en la tumba de la dinastía Han en Ch'ang-shu (China) encontraron pepitas de soja en una vasija y en un paquete de bambú. La tumba fue sellada en el año 168 a.C. y descubierta en 1972. También se encontraron en la tumba muestras de habas de soja, los primeros restos arqueológicos de semillas de soja de China (SHURTIEFF & AOYAGI, 2011).

La salsa de soja (*jiàngyóu*) se considera casi tan antigua como la pasta de soja, un tipo de pasta fermentada (*jiang*) obtenida de la soja, que apareció durante la dinastía Han Occidental (206 a.C.-220 d.C.) y se incluyó en la lista encontrada en el sitio arqueológico de Mawangdui (Changsha, China). Durante la dinastía Zhou (1046 hasta 771 a.C.) de la antigua China, el pescado fermentado con sal se utilizaba como condimento en el que se incluía la soja durante el proceso de fermentación. En la época de la dinastía Han, esto había sido reemplazado por la receta de la pasta de soja y un subproducto líquido, la salsa de soja que se aprovechaba como condimento. Con el tiempo se extendió a otros países del Este de Asia (WIKIPEDIA, 2021q).

Otra de las plantas más usadas en Asia, en alimentos fermentados, es el garbanzo, del que hay dos cultivariedades, la 'Desi' pequeño y oscuro y la 'Kabuli' grande y color ocre claro. Se han encontrado garbanzos domesticados del periodo Neolítico de una edad de 8500-7500 a.C. en el Levante (Mediterráneo oriental y Asia occidental), así como en el "Creciente Fértil" con una edad de alrededor del 7000 a.C.

Los garbanzos luego se extendieron por la región mediterránea hacia el 6000 a.C. y a la India alrededor del 3000 a.C. (PEARMAN, 2005).

La yuca, mandioca o casava es la tercera fuente más importante de carbohidratos alimentarios en los trópicos, después del arroz y el maíz. Las poblaciones silvestres de *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia*, que ha demostrado ser el progenitor de la yuca domesticada, se concentran en el centro-oeste de Brasil, donde, probablemente, fue domesticada por primera vez no más allá de 10.000 años de nuestra era. También se pueden encontrar formas de las especies domesticadas modernas creciendo en estado silvestre en el sur de Brasil. Hacia el 4.600 a.C., polen de mandioca se halla en las tierras bajas del Golfo de México, en el sitio arqueológico olmeca de San Andrés (Tabasco, México). La evidencia directa más antigua del cultivo de yuca proviene de un sitio maya de 1.400 años de antigüedad, Joya de Cerén (El Salvador). Ambos descubrimientos indican su extensión hacia el norte, en el continente norteamericano, por la acción humana. Con su alto potencial alimentario, se había convertido en un alimento básico de las poblaciones nativas del norte de América del Sur, el sur de Mesoamérica y los taínos de las islas del Caribe. Después, la yuca fue introducida en África por comerciantes portugueses de Brasil en el siglo XVI. Aproximadamente en el mismo período, también llega a Asia gracias a comerciantes portugueses y españoles, que la plantaron en sus colonias en Goa, Malaca, Indonesia oriental, Timor y Filipinas (WIKIPEDIA, 2021b).

Otra planta de interés es el cacao. Los restos arqueológicos que se creían más antiguos del cacao en una vasija databan de 1750 a.C., en el cerro Manatí, Veracruz (México) y de 1900 a.C. en Mokaya, Chiapas (México). Pero por estudios genéticos, se han descubierto rastros que evidencian que el cacao se cultivaba y se consumía hace entre 5.500 y 5.300 años en el sitio de Santa Ana-La Florida (provincia Zamora Chinchipe, Ecuador), en la cuenca alta del río Amazonas, por la cultura Mayo Chinchipe-Marañón (5300 a.C. a 2500 a.C.), siendo la región con la domesticación de cacao más antigua identificada hasta ahora. Después se expandió por una amplia región que comprende países como Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, luego llegó hasta México, donde se ha cultivado por lo menos durante 3.000 años por la cultura Olmeca y otras (Fig. 3). Se piensa que los humanos lo extendieron hacia el norte por la costa del Pacífico, ya que se han encontrado en el mismo yacimiento conchas de moluscos marinos, lo que demuestra un intercambio con pobladores costeros (VALDEZ & *al.*, 2013).



Fig. 3. Reyes con chocolate. Códice Nuttall (s. XIV-XV) de origen mixteca. Fuente: <https://wsimag.com/es/gastronomia/49100-el-origen-del-chocolate-y-la-ruta-del-cacao-mexicano/>.

Además de la soja, el garbanzo, la yuca y el cacao, otros alimentos vegetales (no bebidas), y que no sean cereales o pseudocereales, que se han fermentado a lo largo de la historia son los frutos carnosos de diversas plantas y otros órganos vegetativos como raíces, tubérculos, bulbos, brotes, hojas, etc. que acumulan sustancias de reserva.

Diversidad de alimentos fermentados de vegetales que no son granos de cereales ni pseudocereales

En este primer apartado se describen los alimentos fermentados que se elaboran con diferentes órganos vegetales

siempre que no sean granos de cereales o pseudocereales, como: a) raíces y tubérculos, b) brotes, tallos y hojas, c) flores y capullos florales, d) frutos secos (sobre todo legumbres), e) frutos carnosos y f) semillas (principalmente de leguminosas). Se disponen en orden alfabético (Fig. 4). En algunos casos, los humanos han sabido hacer comestibles recursos que son tóxicos o inapetentes tal cual se presentan en la naturaleza, como son las raíces de yuca o las aceitunas. La yuca contiene glucósidos cianogénicos que liberan ácido cianhídrico tóxico por acción de la enzima linamarasa presente en las células de las raíces y que se libera al rom-

Fig. 4. Alimentos fermentados derivados de órganos vegetales sin ser granos de cereales (raíces, tubérculos, hojas, tallos, flores, frutos y semillas) con intervención de hongos. Elaboración propia.

PRODUCTO	SUSTRATO FERMENTADO	HONGO FERMENTADOR O ESTÁRTER (*)	ZONA DE ELABORACIÓN
Aceitunas de mesa	Aceitunas	<i>Candida</i> , <i>Pichia</i> , <i>Debaryomyces</i> , <i>Hansenula</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Rhodotorula</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Torulospira</i>	Europa, norte de África, oeste de Asia, Chile, Perú, EE.UU.
Agbelina	Raíz de yuca	<i>Candida</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Zygosaccharomyces</i>	Costa de Marfil, Ghana y Togo
Akekey	Raíz de yuca	<i>Candida krusei</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Geotrichum candidum</i> , <i>Zygosaccharomyces florentinus</i>	Ghana
Attieké	Raíz de yuca	<i>Candida krusei</i> , <i>C. holmii</i> , <i>C. valida</i> , <i>Candida</i> sp., <i>Kloeckera japonica</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Costa de Marfil, Burkina Faso, Benín, Mali, Senegal y Togo
Bekang	Soja	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Debaryomyces hansenii</i> y <i>Pichia burtonii</i>	India
Bhallae	Fréjol negro	<i>Candida</i> , <i>Cryptococcus</i> , <i>Debaryomyces</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Hansenula</i> , <i>Klueveromyces</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Trichosporon</i>	India
Bonk rek	Pastel de coco	<i>Neurospora</i> spp., <i>Rhizopus microsporus</i>	Sureste de Asia
Cacao y chocolate	Pulpa de frutos del cacao	<i>Hanseniaspora uvarum</i> , <i>H. quilliermundii</i> , <i>Issatchenkia orientalis</i> , <i>Pichia membranifaciens</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Kluyveromyces</i> sp.	Mundo
Ce-lew	Soja	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. oryzae</i>	Tailandia
Chee-fan	Soja	<i>Mucor</i> sp., <i>Aspergillus glaucus</i>	China
Chiang	Soja	Diversas especies de mohos	China
Dage	Pastel de coco	<i>Rhizopus</i> sp.	Indonesia
Douchi	Soja negra	<i>Aspergillus oryzae</i>	China y Taiwán
Dhokla	Garbanzos de Bengala	<i>Torulopsis candida</i> , <i>Trichosporon pullulans</i>	India
Doenjang	Soja	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Mucor plumbeus</i> , <i>Torula halophilus</i>	Corea
Dosa	Fréjol negro	<i>Candida boindii</i> , <i>C. glabrata</i> , <i>C. sake</i> , <i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Hansenula polymorpha</i> , <i>Issatchenkia terricola</i> , <i>Rhizopus graminis</i>	India y Sri Lanka
Fufú	Raíz de yuca	<i>Candida</i> sp., <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	África occidental
Gari	Raíz de yuca	<i>Geotrichum candidum</i> , <i>Saccharomyces fragilis</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>S. rouxii</i>	África central, oriental y occidental
Gochujang	Soja y pimienta roja	<i>Candida lactis</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>Rhizopus</i> sp., <i>Zygorouxii</i> sp., <i>Zygosaccharomyces</i> sp.	Corea
Goyang	Hojas de <i>Cardamine macrophylla</i>	<i>Candida</i> spp.	India y Nepal
Hamanatto	Soja	<i>Aspergillus oryzae</i>	Este y sureste de Asia
Hishiho-Miso	Soja, Cebada, Trigo	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Saccharomyces rouxii</i>	Japón
Iape Ketela	Raíz de yuca	<i>Candida</i> , <i>Chlamydomucor</i> , <i>Endomycopsis</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Saccharomyces</i>	Indonesia



PRODUCTO	SUSTRATO FERMENTADO	HONGO FERMENTADOR O ESTÁRTER (*)	ZONA DE ELABORACIÓN
Iktivunde	Raíz de yuca	<i>Geotrichum candidum</i>	Burundi y Ruanda
Inyu	Soja	Estárter <i>koji</i>	China, Hong Kong y Taiwán
Iyanye	Raíz de yuca	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>Penicillium citrinum</i> , <i>P. chrysogenum</i> , <i>Rhizopus stolonifera</i>	Burundi
Kanjang	Soja	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Saccharomyces rouxii</i>	Corea
Kapok pogari	Raíz de yuca	<i>Candida</i> , <i>Pichia</i> , <i>Hanseniaspora</i> , <i>Trichosporon</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Zygosaccharomyces</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i>	Nigeria
Kawal	Hojas de <i>Cassia obtusifolia</i>	<i>Rhizopus</i> sp., levaduras	Sudán, Chad
Kecap	Soja y trigo	<i>Rhizopus oligosporus</i> , <i>R. oryzae</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Candida</i> sp., <i>Debaryomyces</i> sp., <i>Sterigmatomyces</i> sp.	Indonesia
Ketjap	Soja negra	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>A. flavus</i> , <i>Rhizopus oligosporus</i> , <i>R. arrhizus</i>	Indonesia
Kimchi	Repollo	<i>Candida</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Lodderomyces</i> , <i>Pichia</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Sporisorium</i> , <i>Trichosporon</i>	Corea
Kinema	Soja	<i>Candida parapsilopsis</i> , <i>Geotrichum candidum</i>	India, Nepal y Bután
Koikuchi shoyu	Soja y trigo	<i>Aspergillus sojae</i> , <i>A. oryzae</i> , <i>Saccharomyces rouxii</i> , <i>S. holmubranisii</i> , <i>Torula versatilis</i> , <i>T. echelsii</i>	Japón
Lafun/Konkonte	Raíz de yuca	<i>Candida</i> , <i>Pichia</i> , <i>Hanseniaspora</i> , <i>Trichosporon</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Geotrichum</i>	África occidental
Mashbari	Fréjoles negros	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Nepal y India
Maseura / Mas-yaura	Fréjol negro, Fréjol verde	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Candida versatilis</i> , <i>Cladosporium</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	India y Nepal
Meitauza	Residuo de soja	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Rhizopus oligosporus</i> , <i>Mucor meitauza</i> y <i>Actinomucor elegans</i> , <i>Zymomonas mobilis</i>	China y Taiwán
Meju / Maljang	Soja	<i>Aspergillus</i> , <i>Botrytis</i> , <i>Mucor</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Candida</i> , <i>Hansenula</i> , <i>Rhodotorula</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Zygosaccharomyces</i>	Corea
Miso	Soja	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Saccharomyces rouxii</i> , <i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	Japón
Moromi	Soja	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Saccharomyces rouxii</i>	Japón
Oncom	Cacahuete	<i>Neurospora crassa</i> , <i>N. intermedia</i> var. <i>oncomensis</i> , <i>N. sitophila</i> , <i>Rhizopus oligosporus</i>	Sureste de Asia
Pan de tapioca	Harina de yuca	<i>Geotrichum candidum</i> y levaduras	Sur de África, Centroamérica
Papad	Fréjoles negros, rojos, verdes, lentejas, garbanzos	<i>Candida krusei</i> , <i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Trichosporon beigeli</i>	India, Nepal, Bangladesh y Pakistán
Poi / Popoi	Fruta del pan, plátano verde, taro	<i>Geotrichum</i> y levaduras	Islas del Pacífico (Polinesia)
Salsa de soja	Soja	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>A. niger</i> , <i>Candida versatilis</i> , <i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	Mundo
Sayur asin	Col mostaza	<i>Candida sake</i> , <i>C. guilliermondii</i>	Indonesia
Sepubari	Fréjoles negros	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	India
Shoyu / Soja fermentada	Soja, trigo	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>A. sojae</i> , <i>Candida versatilis</i> , <i>Zygosaccharomyces rouxii</i> , <i>Z. soja</i> , <i>Z. major</i>	Japón, Corea y China
Simal tarul to jaanr	Raíz de yuca	Estárter <i>marcha</i>	India
Soibum	Raíz de yuca	<i>Candida</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Torulopsis</i>	India, Nepal y Tailandia
Sufu	Cuajada de suero de soja	<i>Actinomucor elegans</i> , <i>Mucor silvaticus</i> , <i>M. corticolus</i> , <i>M. hiemalis</i> , <i>M. praini</i> , <i>M. racemosus</i> , <i>M. subtilissimus</i> , <i>Rhizopus microsporus</i>	Sureste de Asia, norte de África, Europa y Sudamérica
Tai-tio	Soja, arroz y trigo	<i>Aspergillus oryzae</i>	India

PRODUCTO	SUSTRATO FERMENTADO	HONGO FERMENTADOR O ESTÁRTER (*)	ZONA DE ELABORACIÓN
Takuanzuke / Takuan	Rábanos blancos	Levaduras	Japón
Tamari shoyu	Soja	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>A. sojae</i> , <i>Candida versatilis</i> , <i>C. echellsii</i> , <i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	Japón
Tao-si	Soja, arroz y trigo	<i>Aspergillus oryzae</i>	Filipinas
Tapai / Tape / Peuyeum	Raíz de yuca, arroz	<i>Amylomyces rouxii</i> , <i>Rhizopus oryzae</i> , <i>Endomycopsis burtonii</i> , <i>Mucor</i> sp., <i>Candida utilis</i> , <i>Saccharomycopsis fibuligera</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Sureste y este de Asia
Tauco	Soja	<i>Rhizopus oryzae</i> , <i>R. oligosporus</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Zygosaccharomyces sojae</i>	Indonesia
Tempe	Soja y otros componentes	<i>Rhizopus</i> spp.	Indonesia
Tempoyak	Durián	Levaduras	Malasia
Toyo	Soja	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>A. sojae</i> , <i>Hansenula anomala</i> , <i>H. subpelliculosa</i> , <i>Saccharomyces rouxii</i>	Filipinas
Tungrymbai / Turangbai	Soja	<i>Candida parapsilosis</i> , <i>Saccharomyces bayanus</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Pichia burtonii</i> , <i>Saccharomycopsis fibuligera</i> , <i>Geotrichum candidum</i>	India
Tuong	Soja, arroz, maíz	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Saccharomyces rouxii</i>	Vietnam
Usukuchi Shoyu	Soja	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Saccharomyces rouxii</i> , <i>S. halomembrans</i> , <i>Torula echellsii</i> , <i>T. versatilis</i>	Japón
Vainilla	Vainilla	11 cepas de levadura y cepas de <i>Aspergillus</i> y <i>Penicillium</i>	Mundo
Wari	Fréjol negro, garbanzo	<i>Candida</i> , <i>Debaryomyces</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Hansenula</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Trichosporon</i>	India y Pakistán

(*) En algunos productos elaborados intervienen también diversas especies de bacterias, sobre todo las bacterias del ácido láctico (BAL) que no se mencionan en este trabajo. Solo se indican las especies de hongos que participan en la fermentación.

perse la raíz; el ácido cianhídrico se disuelve con rapidez en al agua y se evapora en atmósferas de 28 °C. El tratamiento con agua o la cocción debieron de descubrirlo de forma empírica los primeros consumidores de yuca que sobrevivieron.

Algunos alimentos fermentados pueden estar descritos en la primera parte (VELASCO, 2019) y en esta segunda parte, esto es debido a que se elaboran de forma mixta con un cereal y una legumbre u otra parte vegetal.

Aceitunas de mesa: Las aceitunas son frutos tipo drupa, se presentan formando parte de encurtidos, en ensaladas y como guarnición, y se comercializan en tres presentaciones: verdes (50 %), negras naturales (30-35 %) y negras por oxidación (15-25 %). Son consumidas sobre todo en España (produce el 25 % del total mundial), Italia, Grecia, Portugal; Chile, Perú y Estados Unidos, así como en el norte de África y oeste de Asia. Los frutos de los olivos, las llamadas olivas o aceitunas, se someten a un proceso de "cocido" con sosa cáustica (NaOH), llamado estilo sevillano o español; y posteriormente con salmuera (2-6 % de NaCl). Todo ello para eliminar su amargor (debido a la oleuropeína u oleoeuropeína) y los taninos (polifenoles) y preservarlas de posibles deterioros, durante el cual tiene lugar una pequeña fermentación alcalina (durante 4-5 meses) en la que intervienen especies bacterianas de 11 géneros BAL (principalmente *Lactobacillus pentosus*) y no-BAL, además de cuatro levaduras: *Candida* cf. *apicola*, *Pichia* sp., *Pichia manshurica*/*Pichia galeiformes* y *Saccharomyces cerevisiae* (ABRIOUET & al., 2011). En un estudio anterior (DURÁN, 1976) y con aceituna negra española se indica la

presencia de 16 especies de levaduras (9 esporógenas y 7 no esporógenas), sobre todo las especies *Saccharomyces oleaginosus* y *Hansenula anomala*, aunque las condiciones de anaerobiosis originaban la alteración llamada "alambrado". En otro trabajo (FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ & al., 1992) y en aerobiosis, se apuntan como principales levaduras de la aceituna 'Hojiblanca negra' a *Pichia membranifaciens*, *Pichia fermentans* y *Hansenula polymorpha*. Posteriormente, en investigaciones de levaduras a bajas temperaturas de aceitunas (DURÁN & al., 2003) encuentran como principales fermentadoras a las levaduras *Pichia anomala*, *Pichia membranifaciens*, *Pichia minuta*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida diddensii*, *Candida famata* y *Debaryomyces hansenii*. La composición de microorganismos varía en función de la variedad de aceituna y las variables del proceso; así en las aceitunas frescas son abundantes levaduras del género *Cryptococcus*, mientras que en la salmuera predominan las levaduras de los géneros *Pichia*, *Candida*, *Kluyveromyces* y *Saccharomyces* (RUIZ-MOYANO & al., 2010) (Fig. 5). En otros estudios se han identificado las levaduras siguientes: *Candida boidinii*, *C. krusei*, *C. parapsilosis*, *C. rugose*, *Debaryomyces hansenii*, *Kluyveromyces marxianus*, *Pichia anomala*, *P. membranifaciens*, *Rhodotorula glutinis*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Torulaspora delbrueckii* (ARROYO-LÓPEZ & al., 2006; COTON & al., 2006; HURTADO & al., 2008). Por todo ello, en la actualidad se emplean cultivos iniciadores para controlar mejor la fermentación y la calidad del producto final (RUIZ-BARBA & JIMÉNEZ, 2005).

Agbelina: Se produce al colocar trozos de raíces de yuca fresca con un inóculo procedente de una o más fermentacio-

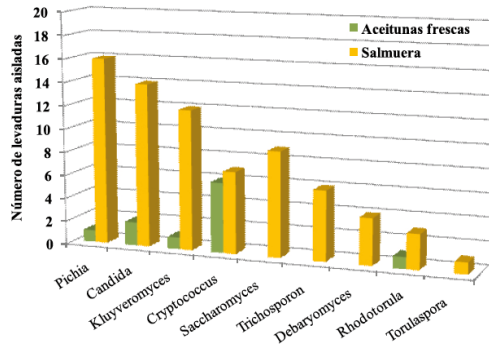


Fig. 5. Levaduras en aceitunas frescas y en salmuera. Fuente: Ruiz-Moyano & al., (2010).

nes previas. La mezcla se coloca en sacos y se deja fermentar por dos o tres días (LANDEROS, 2009). Se consume en Costa de Marfil, Ghana y Togo. Es un fermentado de yuca por bacterias y los hongos: *Candida krusei*, *Candida tropicalis*, *Geotrichum candidum*, *Rhizopus* spp., *Zygosaccharomyces baillii*, *Zygosaccharomyces* spp., *Penicillium citrinum*, *Penicillium nodulum* y *Penicillium selectiorum* (FLIBERT & al., 2016).

Akekey: Es un fermentado de yuca por bacterias y los hongos: *Candida krusei*, *Candida tropicalis*, *Geotrichum candidum*, *Zygosaccharomyces florentinus*. Se consume en Ghana (FLIBERT & al., 2016).

Attieké: Es un alimento producido a partir de raíz de yuca (raíces peladas) fermentada durante dos días, después se trituran y se deja fermentar durante otros dos días en sacos de yute; luego se saca la pasta del saco, se desmiga y se cuece al vapor. Originalmente es preparado y consumido, con leche, carne o verduras, exclusivamente por algunos grupos étnicos de Costa de Marfil, Burkina Faso, Benín, Mali, Senegal y Togo. La yuca granulada y cocida es fermentada por bacterias y los hongos: *Candida krusei*, *C. holmii*, *C. valida*, *Candida* sp., *Kloeckera japonica* y *Saccharomyces cerevisiae* (FLIBERT & al., 2016).

Bekang: Alimento fermentado alcalino de la India, preparado con semillas de soja (*Glycine max*) mediante una fermentación en la que se añade una pequeña cantidad de ceniza de madera durante tres días después de cocer. Intervienen bacterias, además de levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, *Debaryomyces hansenii* y *Pichia burtonii* (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Bhallae: Alimento fermentado algo ácido que se prepara con el fréjol negro (*Vigna mungo*, antes *Phaseolus mungo*) en la India, donde esta leguminosa se cultiva mucho. En la fermentación intervienen bacterias y toda una serie de levaduras y mohos como: *Candida curvata*, *C. famata*, *C. membranifaciens*, *C. variouari*, *Cryptococcus humicolus*, *Debaryomyces hansenii*, *D. robertsii* (antes *Wingea robertsii*), *Geotrichum candidum*, *Hansenula anomala*, *H. polymorpha*, *Klueveromyces marxianus*, *Rhizopus marina*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Trichosporon beigelii* y *T. pullulans* (RANI & SONI, 2007).

Bonk rek: Es un pastel de coco (*Cocos nucifera*) prensado que se consume en Indonesia y países vecinos. Se produce una fermentación en estado sólido ocasionada por

mohos, porque se le añade un cultivo iniciador tradicional indefinido con *Neurospora* spp. y *Rhizopus microsporus*. Se consume en barras, asadas o fritas, y como ingrediente de tentempiés y sopas (NOUT & al., 2007).

Cacao y chocolate: El árbol del cacao o cacaoero (*Theobroma cacao*) es propio de la América tropical; aunque los países más productores de cacao actualmente son Costa de Marfil y Ghana (África occidental). Sus frutos maduros son la fuente del cacao y con sus semillas tostadas y molidas se elabora el chocolate, un preparado dulce y marrón oscuro, líquido, en pasta o en bloques o pastillas. La palabra cacao tiene su origen en la etnia olmeca (México) a partir de *kakawa* (nombre de la planta), hace unos 1000 años a.C.; en el siglo XVI se escribía *cacaoatl*, en náhuatl, dando origen al castellano cacao. El chocolate parece que fue una invención de los mayas como una bebida amarga a la que llamaban *chocolha*, y a la que le añadían distintas plantas como maíz, chile picante, vainilla, etc., además de miel de abeja. El chocolate pasó a los toltecas y de estos a los aztecas de quienes conoció Hernán Cortés este preparado de la mano de Moctezuma II. Las primeras semillas de cacao llegaron a España en 1528, enviadas por Hernán Cortés y el primer cargamento comercial es de 1585 (WIKIPEDIA, 2021u). El proceso de obtención del cacao para el chocolate empieza en la recogida de los frutos maduros del árbol, para después abrirlos con un machete, para poner a fermentar las semillas con la carne blanca que las envuelve (Fig. 6) y que es rica en azúcares y pectina que aprovechan las bacterias y levaduras. Las semillas con la pulpa se colocan en pilas o recipientes durante siete días, lo que hace que se produzca el aroma y sabor típicos del chocolate. Después de la fermentación, los granos deben secarse rápidamente para evitar el crecimiento de mohos, lo que se hace durante otros siete días al sol o con secadores industriales, removiendo las semillas durante todo el proceso de secado. Los microorganismos responsables de la fermentación de las semillas del cacao son bacterias BAL y no-BAL, además de las levaduras *Hanseniaspora uvarum*, *H. quilliermundii*, *Issatchenkia orientalis* (antes *Candida krusei*), *Pichia membranifaciens*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Kluyveromyces* sp. (PAPALEXANDRATOU & al., 2011).

Ce-lew: Alimento fermentado de Tailandia que se prepara con semillas de soja, harina de maíz, harina de arroz y sal. Se emplea para hacer una especie de salsa de soja. Ocurre una fermentación ocasionada por bacterias y por mohos como *Aspergillus flavus* y *A. oryzae* (ALEXANDRAKI & al., 2013).



Fig. 6. Fruto de cacao mostrando las semillas envueltas por una carne blanca que es fermentada. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Theobroma_cacao#



Chee-fan: Es una cuajada de suero de soja con aspecto similar al queso. Se consume en China. La fermentación es producida por mohos como *Aspergillus glaucus* y *Mucor* sp. (BLANDINO & al., 2003).

Chiang: Alimento a base de semillas de soja de aspecto pastoso y alcalino. Es consumida en China. Intervienen en la fermentación diversas especies de mohos (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Dage: Es un pastel de coco (*Cocos nucifera*) prensado que se consume en Indonesia. Se produce una fermentación en estado sólido ocasionada por mohos de *Rhizopus* sp. (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Douchi: Alimento fermentado que se prepara con semillas de soja negra (*Glycine max* tipo O'tau) o soja en salazón. Es consumido en China y Taiwán como condimento para preparar "salsa de judía negra" que acompañan al pescado y a las verduras fritas. La fermentación corre a cargo de bacterias y *Aspergillus oryzae* (TAMANG & al., 2015).

Dhokla: Alimento fermentado a base de garbanzos de Bengala (*Cicer arietinum* tipo Desi) de la India, junto con arroz que se consume como desayuno o aperitivo. Existe un precursor basado en semillas de legumbres llamado *dukkia*, el cual ya se menciona en un texto del año 1066. Pueden añadirse otros componentes como trigo, soja, arvejas, etc., existiendo diferentes variedades; si solo lleva garbanzos se denomina *khaman*. En la fermentación intervienen bacterias y levaduras de *Torulopsis candida* (ahora *Candida saitoana*) y *Trichosporon pullulans* (ahora *Tausonia pullulans*) (BLANDINO & al., 2003).

Doenjang: Alimento fermentado pastoso y alcalino a base de soja, consumido en Corea. La fermentación es originada por bacterias y los hongos *Aspergillus oryzae*, *Debaryomyces hansenii*, *Mucor plumbeus* y *Torula halophilus* (TAMANG & al., 2016).

Dosa: Pastel fermentado empleando el fréjol negro (*Vigna mungo*, antes *Phaseolus mungo*). Se consume en la India y Sri Lanka. Es fermentado por bacterias y hongos como *Candida boindi*, *C. glabrata*, *C. sake*, *Debaryomyces hansenii*, *Hansenula polymorpha*, *Issatchenkia terricola* y *Rhizopus graminis* (RANI & SONI, 2007).

Fufú: Es una especie de puré realizado con las raíces de yuca, las cuales se pelan y cuecen, posteriormente se machacan en un mortero de madera. Se consume como sopa o como acompañamiento de carne o pescado. Se consume en la mayoría de los países de África occidental. En la fermentación intervienen bacterias y levaduras de *Candida* sp. y *Saccharomyces cerevisiae* (ODUNFA & OYEWOLE, 1998; FLIBERT & al., 2016).

Gari: Es una masa de yuca parcialmente deshidratada y fermentada. Se prepara en una vasija de barro o de hierro y se bate para obtener una masa gelatinizada y eliminar los productos tóxicos de la yuca (compuestos cianogénicos). Se consume en África central, oriental y occidental. La fermentación de la yuca es realizada por bacterias y por los hongos *Geotrichum candidum*, *Saccharomyces fragilis*, *S. cerevisiae* y *S. rouxii*. (ODUNFA & OYEWOLE, 1998; FLIBERT & al., 2016).

Gochujang: Es un condimento picante propio de Corea que se prepara con semillas de soja y pimienta roja. En la fermentación intervienen bacterias y los hongos *Candida lactis*, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp., *Zygorouxii* sp. y *Zygosaccharomyces* sp. (TAMANG & al., 2015).

Goyang: Alimento étnico fermentado a base de vegetales silvestres (hojas de *Cardamine macrophylla*, a la que llaman *magane-saag*). Se prepara en la India y Nepal por parte de los sherpas de las montañas de las regiones Darjeeling y Sikkim. Es fermentado por bacterias y levaduras del género *Candida* (DAS & DEKA, 2012; TAMANG & al., 2012).

Hamanatto: Es una soja fermentada de humedad intermedia que se consume en Japón y países del sureste de Asia. Pertenece al grupo de alimentos llamado "pepitas negras de soja". Se elabora fermentando las semillas de soja cocidas con *Aspergillus oryzae* seguido de remojo en salmuera o salsa de soja y luego secadas. Se diferencia del *natto* ordinario por su sustancia pegajosa en superficie. El producto es salado y tiene un color negro. Un producto chino muy similar es el *douchi* que se usa como condimento de alimentos (TENG & al., 2004). Las pepitas negras de soja fermentada se conocen desde el siglo II a.C. por registros arqueológicos.

Hishiho-Miso: Alimento que se prepara con semillas de soja, o granos de cebada o de trigo salados, con azúcar, *mizume* (edulcorante japonés líquido claro con aspecto de jarabe) y soja fermentada. El resultado es una especie de *miso* endulzado. La fermentación es realizada por bacterias y los hongos *Aspergillus oryzae* y *Saccharomyces rouxii*. Es consumido en Japón (SUGAWARA, 2010).

lape ketela: Se prepara con raíces de yuca y el iniciador *ragi*. Se consume en Indonesia. Los géneros fermentadores son *Candida*, *Chlamydomucor*, *Endomycopsis*, *Rhizopus* y *Saccharomyces* (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Ikivunde: Es un alimento fermentado de yuca similar al *cossette* de la República Democrática del Congo. Es una especie de harina fermentada que se emplea en Burundi y Ruanda. Las raíces de yuca utilizadas se pelan, lavan y cortan en trozos. Las raíces de yuca obtenidas se sumergen en un arroyo o agua estacionaria durante 3-7 días para permitir que fermenten hasta que se ablanden. Las raíces fermentadas luego se secan al sol sobre esteras, estantes o casas techadas. El proceso de secado puede durar 3-7 días. Después se Trituran y se tamizan para obtener una harina fermentada. En esta fermentación de yuca intervienen *BAL* y *Geotrichum candidum* (FLIBERT & al., 2016).

Inyu: Alimento elaborado con una variedad de soja con las semillas negras que se emplea como salsa de soja a modo de potenciador del sabor. Se usa en Taiwán, además de China, Hong Kong y otros lugares. La fermentación ocurre en estado sumergido con agua, en la que intervienen bacterias *BAL*, mohos y levaduras que se encuentran en el cultivo iniciador *koji* (NOUT & al., 2007; PIERSON & al., 2018).

Iyanye: Alimento de yuca fermentado por *Aspergillus oryzae*, *A. fumigatus*, *Penicillium citrinum*, *P. chrysogenum* y *Rhizopus stolonifera*. Se consume en Burundi (FLIBERT & al., 2016).

Kanjang: Alimento fermentado a base de semillas de soja, *meju* (cultivo iniciador), sal y agua. El resultado es una especie de salsa de soja que se consume en Corea. La fermentación es producida por bacterias y los hongos *Aspergillus oryzae* y *Saccharomyces rouxii* (SHIN & al., 2012).

Kapok pogari: Es una comida del medio oeste de Nigeria que en su preparación es similar a la del *gari*. La única diferencia es que la masa rallada y fermentada de yuca no se tamiza antes de tostar. El producto resultante tiene partículas más grandes. La fermentación es realizada por levaduras de los géneros *Candida*, *Pichia*, *Hanseniaspora*, *Trichosporon*, *Geotrichum*, *Zygosaccharomyces*, *Saccharomyces* y *Kluyveromyces*; y mohos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* y *Rhizopus*, además de por bacterias. Se consume con pescado, coco o carne (BALAGOPALAN, 2002; SORO-YAO & al., 2013; FLIBERT & al., 2016).

Kawal: Alimento fermentado preparado con hojas de la leguminosa *Cassia obtusifolia* (ahora *Senna obtusifolia*), conocida como "sena de China". Se consume en Sudán y Chad. En la fermentación intervienen bacterias y levaduras. Se produce por aplastamiento de las hojas de la planta for-



mando una pasta que luego se fermenta tradicionalmente en una jarra de barro, enterrada en un lugar fresco. El resultado es una masa alcalina de sabor fuerte con la que elaboran una especie de bolas. Está adquiriendo importancia económica como sustituto de la carne por ser rico en proteínas (DIRAR & al., 2006).

Kecap: Alimento fermentado líquido; se elabora con semillas de soja y trigo. Se consume en Indonesia. En la fermentación intervienen los hongos *Rhizopus oligosporus*, *R. oryzae*, *Aspergillus oryzae*, *Candida* sp., *Debaryomyces* sp. y *Sterigmatomyces* sp., además de algunas bacterias (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Ketjap: Alimento fermentado con aspecto de sirope; se prepara con semillas negras de soja y se consume en Indonesia. La fermentación la realizan los hongos *Aspergillus oryzae*, *A. flavus*, *Rhizopus oligosporus* y *R. arrhizus* (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Kimchi: Alimento fermentado a base de repollo (*Brassica oleracea*), cebollas verdes, jengibre y guindilla. Es propio de Corea. En su fermentación intervienen muchas bacterias y levaduras de los géneros *Candida*, *Kluyveromyces*, *Lodderomyces*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Sporisorium* y *Trichosporon* (CHANG & al., 2008).

Kinema: Alimento fermentado pegajoso y alcalino que se prepara con semillas de soja. Es consumido en la India, Nepal y Bután. En la fermentación intervienen bacterias y los hongos *Candida parapsilosis* y *Geotrichum candidum* (DAS & DEKA, 2012)

Koikuchi shoyu: Se prepara con copos de soja desgranados, trigo, salmuera y el cultivo iniciador *take-koji*. Su aspecto es el de una salsa de soja. Se consume en Japón. En la fermentación intervienen los hongos *Aspergillus sojae*, *A. oryzae*, *Saccharomyces rouxii*, *S. holomembransis*, *Torula versatilis* y *T. echellsii*, además de algunas bacterias (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Lafun / Konkonte: Alimento fermentado que se prepara en la mayoría de los países de África occidental a partir de raíces de yuca que se dejan en remojo, sin pelar, cinco días; luego se pelan y se secan al sol otros cuatro días. Los microorganismos fermentadores son bacterias y los hongos *Candida glabrata*, *C. tropicalis*, *Pichia kudriavzevii*, *P. rhodanensis*, *P. scutulata*, *Hanseniaspora guilliermondii*, *Trichosporon asahii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces marxianus*, *Aspergillus* sp. y *Geotrichum candidum* (ODUNFA & OYEWOLE, 1998; FLIBERT & al., 2016).

Mashbari: Alimento fermentado étnico que se prepara con fréjoles negros (*Vigna mungo*) y especias en Nepal y la India. El resultado es un alimento básico para las etnias que lo consumen. Es fermentado por bacterias y la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (SHARMA & al., 2013).

Maseura / Masyaura: Alimento fermentado que se prepara con fréjol negro (*Vigna mungo*) o fréjol verde (*Vigna radiata*). En la forma más tradicional se añaden tubérculos de taro (*Colocasia esculenta*), ñame, patatas, coliflores, etc. Se consume en la India y Nepal como guarnición, es una masa seca, parecida a una bola y quebradiza. En Nepal es fermentado por bacterias y los hongos *Aspergillus niger*, *Candida versatilis*, *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp. y *Saccharomyces cerevisiae* (DAHAL & al., 2005); sin embargo, en la *maseura* de la zona de Sikkim se encuentran bacterias y las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia burtonii* y *Candida castellii*, pero no hongos miceliarios (TAMANG & al., 2012).

Meitauza: Es un pastel que se consume a modo de guarnición, frío o cocinado. Se obtiene a partir de *okara*, el residuo que queda de las semillas de soja en el proceso de extracción de la leche de soja. Es un subproducto del tofu y de la leche de soja, que es muy consumida en China y



Fig. 7. Bloques en forma de torta de meju. Fuente: [https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Meju_\(fermented_soybean\)](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Meju_(fermented_soybean)).

Taiwán; solo China produce 2,8 millones de toneladas de *okara* fresca al año. La fermentación es realizada en estado sólido (SSF) por los mohos *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus oligosporus*, *Mucor meitazua* y *Actinomucor elegans* (ZHU & al., 2008). Otros autores (XU & al., 2012) incluyen a *Zymomonas mobilis*.

Meju / Maljang: Alimento fermentado que se prepara con semillas de soja, obteniendo una especie de pasta alcalina con la que se preparan unos bloques que recuerdan a un ladrillo o a una torta (Fig. 7), para colgarlos con pajas de arroz y ponerlos a secar al aire para su uso posterior. Se elabora hirviendo semillas de soja y machacándolas después en un mortero; se suele mezclar con otras semillas. Se consume en Corea. En la fermentación intervienen algunas bacterias y muchos hongos miceliarios: *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. oryzae*, *A. reticus*, *A. spinosa*, *A. terreus*, *A. wntii*, *Botrytis cinerea*, *Mucor adundans*, *M. circinelloides*, *M. griseocyanus*, *M. hiemalis*, *M. jasseni*, *M. racemosus*, *Penicillium citrinum*, *P. griseopurpureum*, *P. griesotula*, *P. kaupscinskii*, *P. lanosum*, *P. thomii*, *P. turalense*, *Rhizopus chinensis*, *R. nigricans*, *R. oryzae*, *R. stolonifer*; y las levaduras: *Candida edax*, *C. incommensis*, *C. utilis*, *Hansenula anomala*, *H. capsulata*, *H. holstii*, *Rhodotorula flava*, *R. glutinis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *S. exiguus*, *S. kluyveri*, *Zygosaccharomyces japonicus* y *Z. rouxii* (CHOI & al., 1995).

Miso: Condimento fermentado que se prepara con semillas de soja, obteniendo una especie de pasta alcalina pues se le añade sal marina y el iniciador *koji* (con el hongo *Aspergillus oryzae*). Su nombre significa "fuente de sabor". Se consume en Japón, existiendo algunas variantes que incorporan algún cereal (*hishino*, *kome ama*, *kome ara*, *mame*, y *mugi*). Es fermentado por bacterias y los hongos *Aspergillus oryzae*, y *Zygosaccharomyces rouxii* (antes *Saccharomyces rouxii*); en alguna de las variantes intervienen *Aspergillus sojae*, *Torula echellsii* y *T. versatilis* (ASAHARA & al., 2006; SUGAWARA, 2010).

Moromi: Es una pasta cremosa que se obtiene en la segunda etapa de la elaboración de la salsa de soja, cuando se ha producido la mezcla de las semillas de soja remojadas, vaporizadas y aplastadas, el trigo tostado y aplastado, y el moho *Aspergillus oryzae* en el iniciador *koji*. Se le añade una salmuera con un 20-25% de sal, levaduras y bacterias lácticas, y empieza la etapa de fermentación en grandes tanques, durante seis meses a dos años. El prensado del fermentado ofrece por un lado la pasta o *moromi*, y por el otro la salsa de soja en bruto, que posteriormente seguirá



Fig. 8. Aspecto y color del oncom. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Oncom#/media/Archivo:Oncom_tekstur.

su proceso. Se consume en Japón. En este alimento, los microorganismos fermentadores son *Aspergillus oryzae* y la levadura *Saccharomyces rouxii* (BATTCKOCK & AZAM-ALI, 1998; ODUNFA 1999).

Oncom: Es una torta de cacahuetes (*Arachis hypogaea*) fermentada que se fríe o se asa. Se elabora con restos de otros alimentos como restos de la torta prensada de cacahuets, restos de tapioca (yuca), restos de torta de coco, restos de la pulpa de soja y un iniciador de la cuajada de soja. Existen dos variantes: el *oncom hitam* (negro), el *oncom merah* (rojo) (Fig. 8). Se consume en Java occidental (Indonesia) y otros lugares del sureste de Asia. En la fermentación participan los hongos *Neurospora crassa*, *N. intermedia* var. *oncomensis*, *N. sitophila* (para el *oncom merah*) y *Rhizopus oligosporus* (para el *oncom hitam*). En su producción es importante tomar medidas higiénicas para evitar la contaminación del cultivo por bacterias como el peligrosísimo bacilo gramnegativo *Burkholderia gladioli* (forma dos toxinas, ácido bongkrekico o brongkrek y toxoflavina) presente en las tortas de coco; o por hongos tóxicos como *Aspergillus flavus* (forma aflatoxinas), muchas veces presentes en las tortas prensadas de cacahuete (HO, 1986; WIKIPEDIA, 2021k).

Pan de tapioca: La tapioca es la harina que se obtiene de las raíces de yuca o mandioca, siendo muy rica en almidón. Se consume tanto en el sur de África como en Centroamérica. La fermentación tradicional se realiza sumergiendo la harina en agua y dejándola 35 días, con lo que se consigue el desarrollo de bacterias BAL y una flora mesófila aerobia como *Geotrichum candidum* y levaduras, luego se seca y

se le dan forma a los panes que resultan agrios por el ácido láctico (VARGAS, 2010).

Papad: Alimento sabroso fermentado que se elabora con fréjoles negros (*Vigna mungo*), fréjoles rojos o gandules (*Cajanus cajan*), fréjoles verdes (*Vigna radiata*), lentejas (*Lens culinaris*) o garbanzos (*Cicer arietinum*) (ADEBO & al., 2017). Se consume en la India, Nepal, Bangladesh y Pakistán en forma de obleas circulares para el desayuno o como aperitivo. Es fermentado por bacterias y los hongos *Candida krusei*, *Debaryomyces hansenii*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Trichosporon beigellii* (RANI & SONI, 2007).

Poi / Popoi: Es un alimento básico tradicional que se consume en la Polinesia. Se elabora con vegetales que contengan almidón, generalmente fruta del pan (*Artocarpus altilis*), taro (*Colocasia esculenta*) o plátano (*Musa × paradisiaca*). El *poi* tradicional se produce machacando almidón cocido en una tabla de madera, con un mortero tallado hecho de basalto, calcita, coral o madera. Los métodos modernos utilizan un procesador de alimentos industrial para producir grandes cantidades. Tiene una textura pastosa (Fig. 9) y un sabor delicado, con un color púrpura pálido si se hace de taro. El *poi* fresco es dulce y el fermentado algo amargo porque se ven involucradas bacterias, levaduras y mohos del género *Geotrichum*. Algunas personas encuentran más apetitoso el *poi* fermentado si se mezcla con leche, azúcar o ambos (WIKIPEDIA, 2021m).



Fig. 9. Aspecto de la textura cremosa del poi. Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Poi_\(alimento\)#/media/Archivo: Bowl_of_poi](https://es.wikipedia.org/wiki/Poi_(alimento)#/media/Archivo: Bowl_of_poi).

Salsa de soja / soya: Es un condimento asiático que se elabora con semillas de soja, tiene una textura líquida (Fig. 10) por lo que se usa como salsa para acompañar carnes, pescados, arroces, etc., en países de Lejano Oriente, aunque se ha extendido por todo el mundo, existiendo algunas variantes según países. La salsa de soja es uno de los condimentos más antiguos del mundo y se origina en China hacia el final de la dinastía Zhou (1046 a.C.-256 a.C.). Se elabora, tradicionalmente, mediante la fermentación de granos de soja, la pasta resultante se acomoda en bloques que se sumergen y sacan varias veces en un caldo frío de agua y sal; el proceso dura cerca de un año en ollas de barro especiales, en ocasiones se le agregan hongos secos como champiñones (WIKIPEDIA, 2021q). La fermentación la realizan mohos como *Aspergillus oryzae*, *A. niger* y las levaduras *Candida versatilis* y *Zygosaccharomyces rouxii* (RANI & SONI, 2007; SUGAWARA, 2010).



Fig. 10. Salsa de soja dispuesta para su consumo. Fuente: <https://elpais.com/buenavida/la-despensa/2020-10-10/>

Sayur asin: Alimento fermentado de col de hoja de mostaza (*Brassica juncea* var. *rugosa*) que se consume en Indonesia. Las hojas se marchitan, se exprimen y se mezclan con una solución salina al 2,5-5 % de sal. Se agrega líquido de arroz hervido para proporcionar carbohidratos y facilitar la fermentación, la cual realizan bacterias BAL y no-BAL además de las levaduras *Candida sake* y *C. guilliermondii* (SWAIN & al., 2014).

Sepubari: Alimento fermentado a base de fréjoles negros (*Vigna mungo*), y especias. Es un plato especial que se pone en las bodas de la India. La fermentación se produce por la acción de bacterias y la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (SHARMA & al., 2013).

Shoyu / Soja fermentada: Es un condimento alcalino y líquido propio de Japón, Corea y China. Se prepara con semillas de soja junto a granos de trigo tostados, agua y sal. Las semillas son fermentadas por el iniciador *koji* que contiene bacterias y los hongos *Aspergillus oryzae*, *A. sojae*, *Candida versatilis* y *Zygosaccharomyces rouxii* (SUGAWARA, 2010); por otro lado, DESHPANDE & al. (2000) incluyen además *Zygosaccharomyces soja* y *Z. major*. Se diferencia de la salsa de soja en que contiene gluten (por tener trigo) y tiene un sabor más suave por contener menos soja y menos sal.

Simal tarul ko jaanr: Es una comida agri dulce y algo alcohólica preparada a partir de raíces de yuca (*Manihot esculenta*), las cuales se utilizan como sustrato para elaborar también una bebida. Existen dos variantes autóctonas: la roja local y la blanca, que se cultiva en otras regiones. Las raíces de la variedad roja de yuca son lavadas continuamente durante 2-3 días en agua corriente para desintoxicarlas, se pelan, se cortan en trozos (5-10 cm), y se cuecen al vapor. Luego se enfrían y se inoculan por toda la superficie con polvo de *marcha*, un cultivo iniciador con mohos y levaduras. Se consume en las montañas Darjeeling y Sikkim del noreste de la India (TAMANG & al., 1996).

Soibum: Alimento fermentado que se consume como un encurtido o formando parte del curry en la India (sobre todo en el estado de Manipur), Nepal y Tailandia. Se prepara con brotes jóvenes de bambú (*Bambusa tulda*, *B. balcona*, *Dendrocalamus hamiltonii* y *Melacon bambusoide*, entre otras), los cuales se pelan, lavan y cortan y luego se fermentan durante 3-12 meses con bacterias BAL y levaduras de los géneros *Candida*, *Saccharomyces* y *Torulopsis* (TAMANG & al., 2012). Está considerado un alimento funcional con beneficios para la salud (SINGH & al., 2011; BEHERA & BALAJI, 2021).

Sufu: Alimento preparado con cuajada de leche de soja (tofu), junto con hongos fermentadores como: *Actinomyces elegans*, *Mucor silvaticus*, *M. corticolus*, *M. hiemalis*, *M. praini*, *M. racemosus*, *M. subtilissimus* y *Rhizopus microsporus* (antes *R. chinensis*) (RANI & SONI, 2007). Se consume en países del sureste de Asia como China, Taiwán y Vietnam, además de en países del norte de África, de Europa y de Sudamérica.

Tai-tio: Alimento fermentado que se consume en la India oriental. Se elabora con semillas de soja, arroz glutinoso y trigo tostado. Es fermentado por *Aspergillus oryzae* (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Takuanzuke / Takuan: Alimento étnico fermentado del Japón preparado con rábanos blancos o rábanos japoneses (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*), sal, opcionalmente azúcar y *shochu* (bebida alcohólica). De acuerdo con la receta tradicional, el rábano blanco se seca al sol o al aire hasta que esté flojo o lo suficientemente suave como para doblarse en un círculo para poder meterlos en una olla de encurtir y luego se cubre con la mezcla de salvado de arroz, sal y los otros ingredientes, incluidos *kombu* (algas marinas del género *Laminaria*), chiles y corteza de kaki seca para agregar sabor. Si no se usa colorante, el *takuan* es de color marrón pálido, pero, en general, se usa cúrcuma o gardenia para colorearlo de amarillo. El resultado es que los rábanos se vuelven picantes. Se sirven en rodajas finas. La fermentación la llevan a cabo bacterias y levaduras (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Tamari shoyu: Salsa muy similar al *shoyu*, pero más pura y fuerte al fermentarse la soja solo con agua y sal, sin añadir trigo. Es originaria de Japón. En el proceso se cuece la soja al vapor hasta que queda una pasta y se añade el *koji* (cultivo iniciador). Una vez hecha la fermentación –que suele durar de 18 a 24 meses en barriles de cedro– se presiona la masa para extraer el jugo, que más tarde se deja sedimentar y depurar durante un mes para eliminar los aceites de la superficie y los sedimentos de la parte inferior. Los fermentadores son: bacterias y los hongos *Aspergillus oryzae*, *A. sojae*, *Candida versatilis* (antes *Torula versatilis*), *C. echellsii* (antes *Torula echellsii*) y *Zygosaccharomyces rouxii* (antes *Saccharomyces rouxii*) (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Tao-si: Similar al *douchi*. Se elabora con semillas de soja, salvado de arroz, harina de trigo y sal. La fermentación es realizada por *Aspergillus oryzae*. El resultado es una especie de cuajada de soja. Se consume en Filipinas (BLANDINO & al., 2003).

Tapai / Tape / Peuyeum: Es un manjar indonesio y de otros países del este y sureste asiático muy apreciado que se prepara fermentando arroz, arroz glutinoso o raíces de yuca. El arroz glutinoso fermentado se denomina *tapeketan*, mientras que la yuca fermentada se llama de diferentes formas según zonas geográficas: *tapai ketella*, *tapai ubi kayu*, *tape telo* y *peuyeum* (Fig. 11). Ambas cosas son producidas en Indonesia por fabricantes tradicionales o en casa para consumo familiar. Para preparar *tapai* con yuca, se cortan las raíces en trozos, y se untan con *ragi*, una mezcla de harina y especias con bacterias (*Pediococcus* sp., *Bacillus* sp.), levaduras y mohos, entre otros *Amylomyces rouxii*, *Rhizopus oryzae*, *Endomycopsis burtonii*, *Mucor* sp., *Candida utilis*, *Saccharomyces fibuligera* y *Saccharomyces cerevisiae* (GANDJAR, 2003). Luego se envuelven en hojas de plátano o se colocan sin envolver en una bandeja durante 5-7 días. Tiene un toque refrescante y un sabor ligeramente alcohólico y se come tal cual o después de hornear. Hay muchas recetas con *tapai* como sustrato principal. El *tapai* de yuca se muele, se mezcla con azúcar moreno, y se moldea en bolas,



Fig. 11. Raíces de yuca fermentada alcohólica y seca o peuyeum en Indonesia. Fuente: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tapai#/media/File:Peuyeum>.

bañadas en harina y fritas. También se cocina en leche de coco con azúcar de palma y hojas de pandano (*Pandanus* sp.) y se consume como un delicioso refrigerio (PANDA & RAI, 2016). El *peuyeum* es un manjar en la isla de Java que se prepara mediante un proceso complejo a partir de yuca con un cultivo iniciador llamado *ragi tape* que contiene diversas bacterias, levaduras y mohos. Durante el proceso de fermentación las levaduras *Amylomyces rouxii* y *Candida berverwijkiae* hidrolizan el almidón en azúcar; después de lo cual, en la formación de alcohol interviene *Saccharomyces cerevisiae* que fermenta el azúcar, mientras que *Wickerhamomyces anomalus* (antes *Pichia anomala*) y *Candida berverwijkiae* juntos desarrollan el aroma por los ésteres que producen. Además de mohos y levaduras, las bacterias presentes como las bacterias del ácido láctico (BAL) y las bacterias del ácido acético (BAA) liberan metabolitos que contribuyen al sabor y la textura típica de este alimento (CEMPAKA, 2021).

Taoco / Tauco: Es una pasta alcalina que se emplea como agente aromatizante. Se fermentan semillas de soja con la bacteria *Lactobacillus delbrueckii*, mohos de *Rhizopus oryzae*, *R. oligosporus*, *Aspergillus oryzae* y la levadura *Zygosaccharomyces sojae* (ahora *Zygosaccharomyces rouxii*). Se consume en Indonesia (RANI & SONI, 2007).

Tempeh / Tempe: Alimento preparado a partir de soja cocinada o de *okara* (residuo de soja después de extraer la leche de soja) (Fig. 12), siendo fermentada, de forma natural y controlada, por *Rhizopus oligosporus*. RANI & SONI (2007) señalan que en la fermentación intervienen los hongos *As-*



Fig. 12. Tempeh. Fuente: S. Midori: https://es.wikipedia.org/wiki/Tempeh#/media/Archivo:Tempeh_tempe.

pergillus niger, *Rhizopus oligosporus*, *R. arrhizus*, *R. oryzae*, *R. stolonifer* y la bacteria *Klebsiella pneumoniae*. Otros autores (FENG & al., 2005; JENNESSEN & al., 2008) aumentan el número de especies bacterianas, incluyendo *Pseudomonas fluorescens* (la formadora de vitamina B₁₂). Es originario de Indonesia, siendo muy popular, y se ha extendido a Estados Unidos, Japón, Países Bajos, etc. Tiene un alto contenido en proteínas fácilmente digeribles y vitaminas del grupo B; es empleado como sucedáneo de carne en las dietas vegetarianas. Existen diversas formas de preparación con diferentes ingredientes adicionales, tomando distintos nombres, todas en Indonesia. Las comunidades microbianas también son diversas. Mencionamos los siguientes: **Tempe benguk:** se añaden semillas del fréjol terciopelo (*Mucuna pruriens*) y *ragi* y *tempe* viejo como iniciadores. Los fermentadores son: *Rhizopus arrhizus*, *R. oligosporus* y *Rhizopus* sp. **Tempe gembus:** con residuos sólidos de cuajada de soja, tapioca y *ragi* y *tempe* viejo como iniciadores. Los fermentadores son: *Rhizopus oryzae*, *R. oligosporus* y *Rhizopus* sp. **Tempe kecipir:** con semillas de frejol alado (*Psophocarpus tetragonolobus*), *ragi* y *tempe* viejo como iniciadores. Los fermentadores son: *Rhizopus arrhizus*, *R. oryzae*, *R. oligosporus* y *Rhizopus achlamydosporus*. **Tempe kedelai:** contiene harina de tapioca, maíz, papaya joven, yuca, torta prensada de coco y un iniciador. Los fermentadores son: *Rhizopus oryzae*, *R. oligosporus* y *Rhizopus* sp. **Tempe koro pedang:** contiene semillas de fréjoles de canavalia (*Canavalia ensiformis*), *ragi* y *tempe* viejo como iniciadores. Los fermentadores son: *Rhizopus arrhizus*, *R. oryzae* y *Rhizopus achlamydosporus*. **Tempe lamtoro:** contiene una planta similar al tamarindo, como es el "guaje" (*Leucaena leucocephala*). Los fermentadores son: *Rhizopus oryzae* y *Rhizopus* sp. En todas las variantes, el resultado es un pastel frito que se consume en el desayuno (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Tempoyak: Alimento fermentado que se consume en Malasia y se prepara con los frutos del durián (*Durio zibethinus*). La fermentación es realizada por bacterias y levaduras (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Toyo: Es una especie de salsa de soja usada como condimento. Alimento que se elabora con semillas de soja, azúcar moreno, sal y un iniciador de trigo. Es originario de Filipinas. Los fermentadores son una bacteria BAL y los hongos *Aspergillus oryzae*, *Hansenula anomala* y *H. subpelliculosa* (ALEXANDRAKI & al., 2013). Y según ELEGADO & al., (2016) *Aspergillus sojae* y *Saccharomyces rouxii*.

Tungrymbai / Turangbai: Alimento fermentado, alcalino y pegajoso que se elabora con semillas de soja en la India. La fermentación la llevan a cabo bacterias diversas y los hongos *Candida parapsilosis*, *Saccharomyces bayanus*, *S. cerevisiae*, *Debaryomyces hansenii*, *Pichia burtonii*, *Saccharomycopsis fibuligera* y *Geotrichum candidum* (DAS & DEKA, 2012; TAMANG & al., 2012).

Tuong: Alimento básico fermentado de Vietnam, consistente en una pasta marrón que se emplea como condimento. Se prepara con semillas de soja tostadas a las que se suele añadir arroz glutinoso o maíz, además de sal. Es muy usado en las dietas vegetarianas y por los monjes budistas. Es muy similar a la pasta de soja amarilla de China. Durante la fermentación se genera el sabor "umami" (muy apreciado en el Lejano Oriente), en ella intervienen una bacteria y los hongos *Aspergillus oryzae* y *Zygosaccharomyces rouxii* (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Usukuchi shoyu: Es un tipo de salsa de soja muy popular en Japón (sobre todo en la región de Kansai). Se prepara con semillas de soja, trigo, el iniciador *koji* y *amasake* (líquido dulce elaborado con arroz fermentado). La fermentación



es realizada por bacterias y los hongos *Aspergillus oryzae*, *Saccharomyces rouxii*, *S. halomembransii*, *Torula echellsii* y *T. versatilis* (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Vainilla: Es un saborizante que procede de la única especie de orquídea cultivada para uso industrial (*Vanilla planifolia*). Es una planta originaria de la costa oriental de México. Los primeros que consideraron que la vainilla era una planta útil y comestible fueron los totonacas, una temprana etnia oriunda de México. Desarrollaron un método para polinizar manualmente las orquídeas y para fermentar y curar las vainas, que utilizaban en su vida cotidiana como medicina, saborizante, afrodisíaco, repelente de insectos y perfume, y que usaban también en ceremonias religiosas. Consideraban que la vainilla era el "néctar de los dioses". Cuando los aztecas dominaron a los totonacas, unos quinientos años antes de la llegada de los españoles, les impusieron como tributo un porcentaje de su cosecha anual. Los aztecas usaban la vainilla en el *chocolatl*, bebida espesa hecha de vainilla, chocolate, maíz y miel, que se servía con cuchara. Moctezuma le sirvió *chocolatl* a Hernán Cortés, acontecimiento que documentó Bernal Díaz, uno de los soldados de Cortés y cronista de la expedición a México. Para hacerse idea de por qué es tan cara, es preciso saber cómo es el proceso de cultivo y curado con cuatro fases, además de su gran demanda (RAIN, 2018). Actualmente son Madagascar e Indonesia los países mayores productores de las vainas fermentadas de vainilla como saborizante. Durante el proceso de "curado" se produce una fermentación que origina el sabor y aroma que conocemos, debido a una comunidad microbiana de bacterias del género *Bacillus* principalmente y levaduras y mohos. En un estudio de RÖLING & al. (2001) se encontraron una variedad de hongos y levaduras en las vainas verdes mediante técnicas de biología molecular sobre fragmentos de ADNr 18S, en concreto aislaron 11 cepas de levaduras y cepas de *Aspergillus* y *Penicillium* negras y verdes.

Wari: Alimento con forma de torta hueca y frágil, elaborado con fréjoles negros (*Vigna mungo*) o con garbanzos (*Cicer arietinum*) en la India y Pakistán. Se utiliza como aperitivo o guarnición. La fermentación la llevan a cabo bacterias y los hongos *Candida curvata*, *C. famata*, *C. krusei*, *C. parapsilosis*, *C. vartiovaarae*, *Debaryomyces hansenii*, *D. robustii* (antes *Wingea robertsii*), *D. tamarii*, *Geotrichum candidum*, *Hansenula anomala*, *Kluyveromyces marxianus*, *Rhizopus lactosa* *Saccharomyces cerevisiae* y *Trichosporon beigelii* (RANI & SONI, 2007).

BEBIDAS FERMENTADAS DE SUSTRATOS VEGETALES Y DE MIEL

Las bebidas fermentadas que se consumen en el mundo son innumerables, sobre todo si se tienen en cuenta que las preparan muchas etnias para su consumo particular, la mayoría de las cuales tienen un corto periodo de consumo. Algunas de ellas son la base de otro tipo de bebidas alcohólicas, los licores o bebidas espirituosas, también conocidas como bebidas destiladas. Se recogen también estas bebidas cuando consideramos que son de consumo por grupos étnicos reducidos a una zona geográfica restringida o a un país, pero no hemos querido incluir aquellas que se extienden por todo el mundo o casi, y son muy conocidas como: aguardiente, brandy, ginebra, ron, tequila, vodka, whisky...

Las bebidas fermentadas y espirituosas han formado y forman parte de la vida de muchas poblaciones en celebraciones sociales de todo tipo desde casamientos y fiestas patronales hasta fiestas deportivas y sobre todo, en etnias muy diversas, como medio de comunicación con dioses, espíritus

o muertos en ceremonias religiosas y animistas; así como medicamento para múltiples males. Igualmente, en muchas etnias constituyen alimentos de destete en niños. Hay que tener en cuenta que algunos alimentos fermentados también se consumen como bebidas cuando se diluyen en agua, con lo cual se reduce el contenido alcohólico en volumen; por ello, figuran en esta segunda parte algunas bebidas que ya se describieron como alimentos en la primera parte.

Casi todos los países y regiones del mundo tienen bebidas alcohólicas tradicionales, que utilizan productos agrícolas autóctonos. Las bebidas alcohólicas de origen vegetal representan una gran diversidad de productos. Sin embargo, en general, las bebidas alcohólicas se pueden clasificar en tres categorías principales: vinos, cervezas y bebidas espirituosas. Esta clasificación se basa en los métodos de producción: a) por monofermentación; b) por malteado y fermentación; y c) por destilación después de la fermentación. Las levaduras pueden producir etanol principalmente a través del metabolismo de azúcares de bajo peso molecular que pueden ser transportados al citoplasma celular. Así, las frutas con azúcares pueden utilizarse para producir bebidas alcohólicas como vino y sidras por fermentación directa. Sin embargo, en los procesos de producción que utilizan cereales o tubérculos, las fermentaciones deben ir precedidas de la despolimerización de los polisacáridos como el almidón y de proteínas de almacenamiento. Como resultado se producen monosacáridos y aminoácidos que pueden ser utilizados por los microorganismos. Esto explica el proceso de elaboración de cervezas. Para producir bebidas espirituosas como brandy, whisky o vodka, las bebidas alcohólicas fermentadas se han de obtener por monofermentación o fermentación inmediatamente después de la hidrólisis del almidón mediante enzimas amilolíticas, para después destilarlas (LEE & al., 2015). Las fermentaciones alcohólicas eran eventos naturales o "espontáneos" que se originaban a partir de la microflora asociada con las materias primas. Las fermentaciones de cultivo puro fueron rápidamente adoptadas por la industria cervecera y lenta pero gradualmente adoptadas por las industrias para la producción de vino, sidra, sake y bebidas destiladas (FLEET, 1998).

Historia sobre las principales plantas asociadas a las bebidas fermentadas

El origen de la práctica agrícola parece estar ubicado en el "Creciente Fértil" (sur de Turquía, Palestina, Líbano y el norte de Irak), en la que aún existe una gran variedad de cereales silvestres como el trigo silvestre (*Triticum dicoccoides*) y la cebada silvestre (*Hordeum spontaneum*). Existe evidencia de que la gente de Uadi en-Natuf del suroeste asiático (Palestina) fueron los primeros cultivadores de cereales alrededor del 7800 a.C. (HAARD, 1999). La gente que allí vivía era de la cultura Natufiense (12500-9500 a.C.) y pasaron de cazadores-recolectores a agricultores como consecuencia de una crisis climática según la hipótesis del cometa Clovis (caída del cometa Clovis sobre Norteamérica) que da origen al Dryas Reciente (fase de finales del Pleistoceno caracterizada por un periodo de enfriamiento) que terminó hace unos 11.700 años (WIKIPEDIA, 2021j). En Uadi an-Natuf, la gente de dicha cultura elaboró pan (hace 14.500 años en Shubayqa 1) y cerveza (hace 15.000 años en Raqefet, Monte Carmelo, Israel) mucho antes del comienzo de la agricultura, según las investigaciones de la arqueóloga D. Garrod (CARVAJAL, 2020).

El consenso científico, basado en evidencias arqueológicas y lingüísticas es que el arroz (*Oryza sativa*) fue domesticado por primera vez en la cuenca del río Yangtzé en China

hace entre 13.500 y 8.200 años. El arroz africano (*Oryza glaberrima*) se domesticó hace entre 3.000-3.500 años en África occidental (WIKIPEDIA, 2021ñ). En 2004, un estudio confirmó que hace más de 9.000 años ya se estaba elaborando una bebida fermentada a partir de arroz. Se encontró material orgánico antiguo conservado en vasijas de cerámica de la aldea neolítica de Jiahu (provincia de Henan, norte de China), que ha revelado, a través de análisis químicos, que una bebida compuesta de arroz, miel y fruta (espino y/o uva) se elaboró en dicha vasija. Esta bebida se conseguía aproximadamente al mismo tiempo que la cerveza de cebada y el vino de uva en el Medio Oriente (MCGOVERN & *al.*, 2004). Todo esto nos indica que la elaboración de bebidas fermentadas alcohólicas a partir de cereales se asocia a los orígenes de la agricultura o a épocas anteriores, desempeñando, seguramente, una función de medicina, de socialización o incluso como medio para la comunicación con los dioses primitivos o la adivinación. Son muchos los dioses asociados a las bebidas alcohólicas, sobre todo a la cerveza, el vino y el pulque, por ejemplo: Dioniso (Baco para los romanos), Sileno, Ninkasi, Osiris, Aegri, Tezcatzontecatl, Mayahuel, Mbaba Mwana Waresa, Radegasta, Raugutiene y Raugupatis (<https://cervezartesana.es/blog/post/antiguas-divinidades-de-la-cerveza.html>).

Los primeros restos arqueológicos de sorgo (*Shorghum bicolor*), el principal cereal de África, se encuentran en Nabta Playa (Alto Nilo) hacia el 8000 a.C. Sin embargo, estos restos son del sorgo silvestre, con granos pequeños y un raquis quebradizo. Se cree que el sorgo fue domesticado a partir del sorgo salvaje (*Shorghum verticilliforme*) en el periodo 7000-5000 a.C. en el valle del río Níger (WIKIPEDIA, 2021p).

No obstante, existen toda una serie de bebidas fermentadas, sobre todo suramericanas y africanas de las que sabemos poco sobre su origen. De Suramérica tenemos distintas fuentes de información: pinturas murales, figuras de barro y otros materiales, utensilios, códices prehispánicos y documentos coloniales tempranos; los cuales nos proporcionan un conocimiento de las bebidas que consumían los pueblos indígenas prehispánicos y la relación con sus dioses (Fig. 13), desde antes de la colonización por parte de España y de otros países. Las bebidas como el chocolate, el pulque, el tesguino y otras se elaboraban con plantas como el cacao, el maguey, el maíz, etc. Los testimonios arqueológicos nos indican que ya en el periodo Epiclásico (750-959 de nuestra



Fig. 13. Mayahuel, la diosa de la fertilidad sentada sobre un maguey con elementos asociados a la obtención del aguamiel para el pulque, Códice Laud, de origen mexicana (s. XIII-XV). Fuente: <http://el-espejo-humeante.blogspot.com/2014/11/el-culto-mayahuel-y-su-relacion-con-el.html>

era) se consumían bebidas de cacao en Cocaxtla, actual Tlaxcala; y que en el periodo Clásico (200-400 de nuestra era) se bebía pulque en Cholula (ESCAMILLA & ESCAMILLA, 2007).

A menudo se menciona que la biotecnología moderna de hoy se originó a partir de la fermentación alcohólica del hombre primitivo. Dado que los alimentos fermentados autóctonos se produjeron mediante fermentación natural, el origen de la tecnología de fermentación de cereales es oscuro. A diferencia de las fermentaciones de frutas y leche, la fermentación de cereales requiere un proceso de sacarificación, que se logra con cierta dificultad. Un método primitivo de sacarificación de cereales sería masticar cereales crudos y escupirlos en un recipiente para permitir que se produzca la sacarificación mediante la acción de la amilasa salival (como lo hacen todavía las mujeres de algunas etnias con alimentos ricos en almidón como la yuca), seguida de la fermentación alcohólica por levaduras naturales. Otro método de sacarificación de cereales es mediante el proceso de malteado; este se produce de forma natural mediante el contacto accidental del agua con los cereales durante el almacenamiento. Este proceso se utiliza para la elaboración de la cerveza en Europa. Sin embargo, en Asia, el proceso de malteado rara vez se emplea en los procesos de fermentación tradicionales. En cambio, los iniciadores de fermentación preparados a partir del crecimiento de mohos y levaduras en cereales crudos o cocidos se utilizan comúnmente. El uso de iniciadores de fermentación (o estárteres) bien podría tener su origen en el proceso de Euchok, la hija del legendario rey de Woo del 4000 a.C., conocida como la "diosa del vino de arroz" en la cultura china. Los principales iniciadores de fermentación se denominan *chu* en chino, *nuruk* en coreano, *kaji* en japonés, *ragi* en los países del sudeste asiático y *bakhar ranu* o *marchaar* (*marcha* o *murcha*) en la India (LEE, 1999), existiendo una gran diversidad de los mismos con un elenco de mohos y levaduras realmente variado.

Diversidad de bebidas alcohólicas fermentadas preparadas con vegetales o miel

TAMANG (2010b) clasificó las bebidas alcohólicas del mundo en 10 tipos: (1) Bebidas alcohólicas sin destilar y sin filtrar producidas por iniciadores amilolíticos, como por ejemplo el *kodo ko jaanr*, un fermentado de mijo africano. (2) Bebidas alcohólicas no destiladas y filtradas producidas por iniciadores amilolíticos, como por ejemplo el *sake* de Japón. (3) Bebidas alcohólicas destiladas producidas por iniciador amilolítico, como por ejemplo el *soju* de Corea. (4) Bebidas alcohólicas producidas con la participación de amilasa de saliva humana, como por ejemplo la *chicha* de Perú. (5) Bebidas alcohólicas producidas por monofermentación (con una única cepa de levadura), como por ejemplo la *cerveza*. (6) Bebidas alcohólicas producidas a partir de miel, como por ejemplo el *tej* de Etiopía. (7) Bebidas alcohólicas producidas a partir de partes de plantas, como por ejemplo el *pulque* de México. (8) Bebidas alcohólicas producidas por malteado (germinación), como por ejemplo el *bantu* o cerveza de sorgo de Sudáfrica. (9) Bebidas alcohólicas preparadas a partir de frutas sin destilación, como por ejemplo el vino. (10) Bebidas alcohólicas destiladas preparadas a partir de frutas y/o cereales, como por ejemplo el brandy.

La destilación era una técnica ya utilizada por culturas antiguas en China (3000 a.C.), India (2500 a.C.), Egipto (2000 a.C.), Grecia (1000 años a.C.) y Roma (200 a.C.). Inicialmente, todas estas culturas produjeron un líquido destilado, posteriormente llamado alcohol por los árabes, para la preparación de medicinas y perfumes. En el siglo VII, los árabes



iniciaron la invasión de Europa, introduciendo la técnica de la destilación. Mas tarde, en la Europa cristiana, el médico y teólogo Arnau de Vilanova (Valencia, 1238-1311) publicó el libro *Liber Aqua Vitae*, un tratado sobre vinos y bebidas espirituosas, que fue un manual de la época para la producción de destilados. Aproximadamente en el año 1520, Theophrastus Paracelso, profesor de química en Basilea, desarrolló muchos licores, entre otros, el famoso *elixir proprietatis*. Inicialmente, estos aguardientes y licores se utilizaron como medicinas; sin embargo, más tarde fueron consumido para estimular el apetito y ayudar a la digestión (LÓPEZ & al., 2016).

Los cultivos iniciadores de la fermentación o estárteres son muy empleados en Asia, por lo que ya se recogieron en la primera parte los más utilizados en el continente asiático (VELASCO, 2019); la investigación de los mismos aporta un mejor conocimiento de la microbiota presente, como ejemplo indicamos el estudio de levaduras y mohos en estárteres de SHA & al. (2018) (Figs. 14 y 15). También son empleados en América y más raramente en África y Europa. En la América tropical se preparan unos cultivos iniciadores denominados "tibicos" que son un complejo de microorganismos formado por 19 especies de bacterias (predominan las del género *Bacillus*) y 12 especies de hongos (predominan las del género *Saccharomyces*) (GODOY & al., 2003). Curiosamente el nombre parece proceder, para algunos autores, de Tíbet (región de Asia), pues también se llaman "hongos del Tíbet" u "hongos tibetanos"; pero para otros su origen está en México, en la palabra *tibi*, gránulos de las nopaleras de *Opuntia* spp., en donde los microorganismos viven alimentándose de excreciones azucaradas. En general, se utilizan para obtener bebidas refrescantes de bajo contenido alcohólico y acético con fermentaciones cortas de 2-3 días (WIKIPEDIA, 2021v). Se han recopilado 136 bebidas diferentes entre alcohólicas y no alcohólicas de todo el mundo (Fig. 16); existiendo otras muchas que están poco o nada estudiadas sobre todo con respecto a la microflora responsable de la fermentación.

Abatí: Bebida fermentada de Argentina y Paraguay que se prepara con maíz, cuyo nombre en guaraní es *abatí*. También es un aguardiente; es decir, un licor destilado, tradicional del Paraguay, obtenido del maíz. En la fermentación intervienen levaduras (LORENCE-QUIÑONES & al., 1999).

Acupe: Bebida alcohólica obtenida a partir de maíz germinado fermentado y endulzado. Se consume en Venezuela. En la fermentación intervienen levaduras (LORENCE-QUIÑONES & al., 1999).

Agua agria / Axokot: Bebida agria no alcohólica, que se prepara para su consumo en eventos rituales como el inicio del ciclo agrícola; ceremonias de curación; en eventos religiosos, como bautizos, casamientos, fiestas del santo patrón, etc. y la construcción de una casa. Es típico de México. En la elaboración del *axokot* se utilizan dos tipos de maíz (*Zea mays*), maíz blanco y una mazorca de maíz rojo, las plantas *Fleischmannia pycnocephala*, *Telanthophora grandifolia*, *Lippia dulcis* y plátano (*Musa acuminata* × *M. balbisiana*). En la fermentación intervienen bacterias BAL y no BAL además de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (SÁNCHEZ-DIRZO & al., 2010).

Amgba / Bili bili: Es una cerveza opaca (sin filtrar) que se elabora a partir de sorgo y maíz o mijo, considerada un alimento mas que una bebida en Camerún, República Centroafricana (*amgba*) y en Chad (*bili bili*) donde se emplea sorgo y mijo. Su proceso de producción aún no se conoce bien. Los resultados de una investigación realizada muestran que el proceso de producción parece similar a la mayoría de las tecnologías de producción de cerveza opaca africana. Se

encontraron 76 cepas de levadura en el *bili bili*. La fermentación de *bili bili* se llevó a cabo por una flora natural indígena predominantemente, representada por cepas altamente polimórficas de *Saccharomyces cerevisiae*, mientras que los pasos iniciales en el proceso se llevaron a cabo principalmente por las cepas de *Kluyveromyces maxianus* (MAOURA & al., 2005; DJOULDE & al., 2013).

Apong / Apo: Es la bebida alcohólica fermentada más popular de Arunachal Pradesh (noreste de la India), una especie de cerveza de arroz que es consumida por casi todas las tribus del estado. El método de preparación es bastante similar en todas ellas con variaciones menores, pero en general emplean una torta de iniciación que preparan con hasta 26 plantas medicinales diferentes y contiene bacterias y hongos fermentadores. El producto final es un líquido lechoso que beben en las celebraciones religiosas y sociales. Se prepara a partir de *khamtip* (mezcla de arroz cocido y estárter) manteniéndolo en una olla de barro u otro tipo de recipiente para hacer la fermentación de forma tradicional; así, la tribu *sulung* emplea hojas de plátano silvestre (*Phrynium capitatum*) para cubrir las ollas de barro durante la fermentación. La comunidad *missing* utiliza un estárter llamado *e'pob* y obtienen dos tipos de bebida: *nogin apong* y *po:ro apong* (se hace con arroz y cenizas de cáscaras y pajas de arroz). Después de la fermentación, el material sólido se transfiere a otro recipiente y se extrae el líquido (PEGU & al., 2013; SHRIVASTAVA & al., 2020).

Arrakku / Arrack: Vino de palma que se obtiene de la savia de palmeras y azúcar en Sri Lanka. Se fermenta mediante *Saccharomyces cerevisiae* (TAMANG & al., 2015). También licor espirituoso destilado a partir de la fermentación de *toddy* o savia de la palmera cocotera que se elabora en la India, Sri Lanka, y otros países del sureste asiático. Sin embargo, con frecuencia se destila a partir de arroz y azúcar, y se fermenta con el jugo de nuez de coco o frutas, según países, para aportar los fermentadores (WIKIPEDIA, 2021a).

Asaana / Aliha / Olewonyo: Bebida no alcohólica de maíz fermentado y caramelizada que se prepara en África occidental, sobre todo en Ghana, Togo y Benín. Además de maíz germinado y fermentado y azúcar para el caramelo, se añaden semillas de "selim" o pimienta de Senegal (*Xylopiya aethiopicum*) que se emplea como especia (<https://ndu-by-fafa.blogspot.com/2019/09/the-authentic-asaana-liha-recipe.html>). Recibe diferentes nombres según las etnias que lo elaboran; así, la etnia *gas* la llaman *asaana*, los *ewe* la conocen como *aliha* y los *akans* la denominan *olewonyo*. La fermentación es realizada por bacterias BAL y los hongos *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* (ADDO & al., 2016).

Atole agrio / Xocoatole: Bebida no alcohólica prehispánica que se elabora con gachas de maíz negro fermentadas durante 4 o 5 días mediante el proceso de nixtamalización (cocción del maíz con cal viva para obtener el nixtamal que será posteriormente molido) (Fig. 17). Se consume en el estado de Puebla, México. Se fermenta con levadura de masa de maíz ácida (GÓMEZ DE OROZCO, 1991).

Bagni: Bebida alcohólica de la región rusa del Cáucaso, se prepara a partir de mijo. Se fermenta el cereal con intervención de bacterias BAL y levaduras (TAMANG & al., 2020).

Baijiu / Jiu: Es una bebida alcohólica fermentada y destilada tradicional originaria de China, que se obtiene típicamente por fermentación natural del sorgo, aunque también se pueden emplear arroz, mijo, cebada, trigo e incluso granos de "lágrimas de Job" (*Coix lacryma-jobi* var. *ma-yuen*). Después de fermentada se destila. Un registro histórico menciona que las primeras herramientas de desti-



Fig. 14. Aspecto de algunos de los principales cultivos iniciadores (estárteres) de Asia. Fuente: Sha & al. (2018).

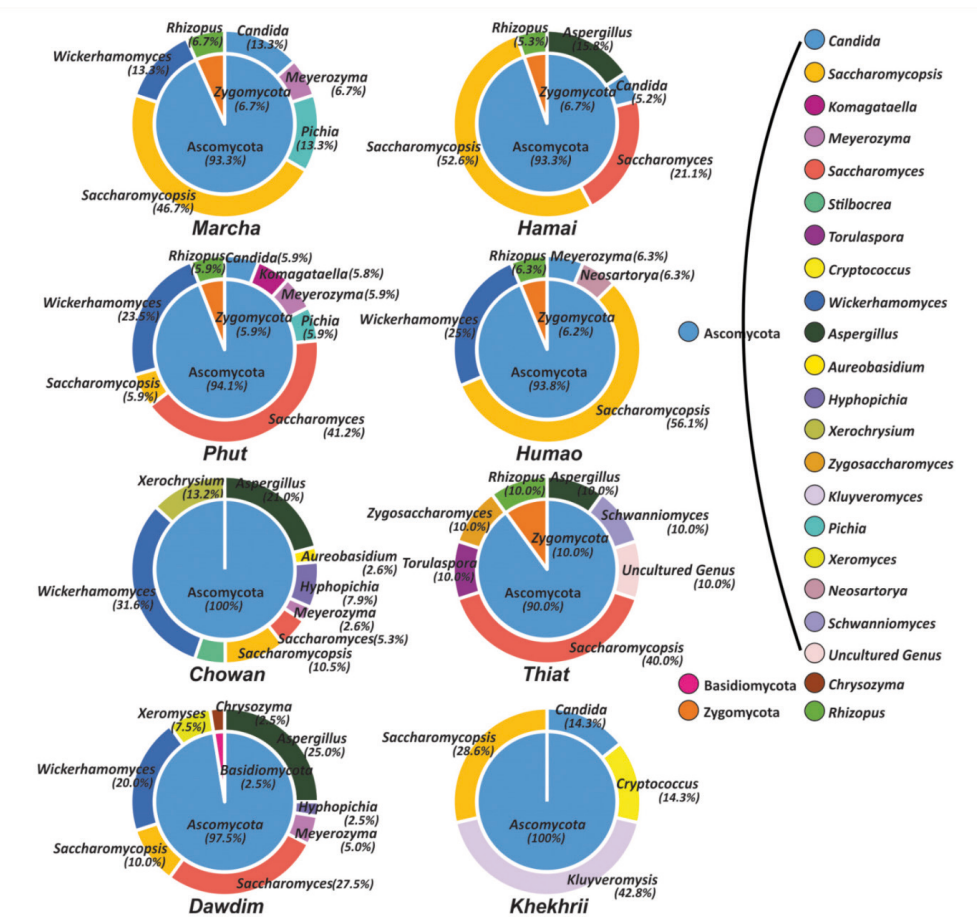


Fig. 15. Géneros de levaduras presentes en los cultivos iniciadores muestreados. Fuente: Sha & al. (2018).



Fig. 16. Bebidas fermentadas alcohólicas y no alcohólicas en las que intervienen hongos. Elaboración propia.

PRODUCTO	SUSTRATO FERMENTADO	HONGO FERMENTADOR O ESTÁRTER (*)	ZONA DE ELABORACIÓN
Abatí	Maíz	Levaduras	Argentina, Paraguay
Acupe	Maíz	Levaduras	Venezuela
Agua agria / Axokot	Maíz blanco y maíz rojo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	México
Amgba / Bili bili	sorgo, maíz o mijo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i>	Camerún, República Centroafricana, Chad
Apong / Apo	Arroz	Estarter <i>e'pob</i>	
Arrakku / Arrack	Savia de palmera, arroz y jugo de coco o frutas	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Sri Lanka, India
Asaana / Aliha/ Olewonyo	Maíz	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. parasiticus</i>	África occidental
Atole agrio / Xocoatole	Maíz negro	Levaduras	México
Bagni	Mijo	Levaduras	Cáucaso
Baijiu / Jiu	Sorgo, arroz, mijo, cebada, trigo, lágrimas de Job	Estárteres <i>daqu</i> , <i>xiaoqu</i> o <i>fuqu</i>	China
Bantu beer	Sorgo, mijo	Levaduras	Sur de África
Basi	Caña de azúcar	Estárter <i>bubod</i>	Filipinas
Bhaati jaanr	Arroz glutinoso	<i>Mucor circinelloides</i> , <i>Rhizopus chinensis</i> , <i>Saccharomycopsis fibuligera</i> , <i>Pichia anomala</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida glabrata</i>	Nepal, India, Bután
Bhang-chyang	Cebada, mijo africano, arroz, maíz	Estárter <i>marcha</i>	India
Bouza	Cebada, trigo	Levaduras	Egipto
Boza / Bosa / Busa	Trigo, centeno, mijo, maíz,	<i>Candida</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Issatchenkia</i> , <i>Pichia</i> , <i>Rhodotorula</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Torulaspora</i>	Sureste de Europa, norte de África, Asia central y occidental
Brem bali	Arroz glutinoso	<i>Mucor indicus</i> , <i>Candida parapsilosis</i>	Indonesia
Bupju / Beopju	Arroz glutinoso	Estárter <i>nuruk</i>	Corea
Bupu	Cacao, maíz, panela y flor de mayo	Levaduras	México
Burukutu	Sorgo de escobas, mijo, maíz o mezcla	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomyces chaveliera</i> , <i>Candida acetobacter</i>	Nigeria, Kenia, Etiopía, Burundi, Ghana, Benín
Bussa	Maíz, sorgo, mijo africano	<i>Candida krusei</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Rhizopus</i> sp., <i>Mucor</i> sp.	Kenia, Nigeria, Ghana
Bushera	Sorgo, mijo africano	Levaduras	Uganda
Buza	Cebada	Estárter <i>phab</i>	India
Cachiri / Masato	Maíz, yuca, ñame, frutas	Levaduras	Brasil, Venezuela, Perú, Ecuador, Bolivia
Café	Pulpa de granos de café	<i>Arxula adeinivorans</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Debaromyces polymorphus</i> , <i>Hanseniaspora uvarum</i> , <i>Pichia anomala</i> , <i>P. burtonii</i> , <i>P. carribica</i> , <i>P. guilliermondii</i> , <i>P. holstii</i> , <i>P. kluyveri</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomycopsis</i> sp., <i>Cladosporium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Pestalotia</i> , <i>Paecilomyces</i>	Mundo
Cauim	Yuca, arroz, maíz, plátanos	<i>Candida tropicalis</i> , <i>C. intermedia</i> , <i>C. parapsilosis</i> , <i>Pichia guilliermondii</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Trichosporon asahii</i>	Brasil, Panamá
Cerveza	Cebada, otros cereales o pseudocereales	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>S. pastorianus</i>	Mundo
Cerveza de alforfón	Alforfón	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>S. ludwigii</i> , <i>S. pastorianus</i>	Asia central, este y centro de Europa

PRODUCTO	SUSTRATO FERMENTADO	HONGO FERMENTADOR O ESTÁRTER (*)	ZONA DE ELABORACIÓN
Cerveza de kvass / kvas	Centeno, jarabe de arce, otros	Levaduras	Rusia, Ucrania, países bálticos, Estados Unidos, Canadá
Cerveza de quinoa	Quinoa	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>S. ludwigii</i> , <i>S. pastorianus</i>	Región de los Andes
Chakpalo	Sorgo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> y otras en estárter <i>otché</i>	Benín
Champuz / Champús	Maíz, arroz	Levaduras	Colombia, Perú
Charagua	Jarabe de pulque, chile y hojas de maíz	Levaduras	México
Cheongju	Arroz	Estárter <i>nuruk</i>	Corea
Chhang / Chyang / Chee	Mijo de dedo, cebada	Estárter <i>phab</i>	Nepal, China, India, Bután, Pakistán
Chibuku / Doro	Sorgo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Zimbabue, Zambia, Malawi, Botswana
Chicha	Maíz	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>S. pastorianus</i> , <i>Mycoderma vivi</i> , <i>Oidium lactis</i> , <i>Monilia candida</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp.	Perú, Bolivia, Ecuador
Chikokivana	Maíz, mijo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Zimbabue
Chinguirito	Caña de azúcar	Levaduras	Mesoamérica
Choujiu / Chongju	Arroz glutinoso	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	China, Corea
Chulli	Albaricoque	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	India
Colonche / Nopchol	Nopales o tunas	<i>Torulopsis taboadae</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida valida</i> , <i>C. colliculosa</i>	México
Darassun	Mijo	Levaduras	Mongolia
Daru	Arroz, otros cereales, azúcar de caña	Estárter <i>phab</i>	India
Doizou	Arroz rojo	Levaduras	India
Dolo	Sorgo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Pichia manshurica</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>C. lusitaniae</i> , <i>C. albicans</i> , <i>C. tropicalis</i> , <i>C. kefyri</i>	Burkina Faso, Costa de Marfil, Benín
Ennong	Arroz negro	Levaduras	India
Ewhaju	Arroz	Estárter <i>nuruk</i>	Corea
Feni / Fenny	Coco, manzana de anacardo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Goa (India), Mundo
Fuzhuan brick	Hojas de té	<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Eurotium</i>	China
Gowé / Sifanu	Sorgo, maíz o mezcla	<i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Pichia anomala</i>	Benín
Hidromiel / Aguamiel	Miel	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Mundo
Haria / Handia	Arroz	<i>Pichia anomala</i> , <i>Issatchenkia</i> sp., <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>S. boulardii</i> , <i>Candida nitratophila</i> , <i>C. tropicalis</i> , <i>C. musae</i> , <i>C. glabrata</i> , <i>Saccharomycopsis fibuligera</i> , <i>Zygosaccharomyces cidri</i>	India
Hulu-mur	Sorgo y plantas	Levaduras	Sudán
Ikigage / Amarwa	Sorgo	Estárter <i>umusemburo</i>	Ruanda
Jaanr / Jnard	Mijo africano, maíz, trigo, trigo sarraceno, cebada, yuca	Estárter <i>marcha</i>	India, Nepal, Bután, Tibet (China)
Jou	Arroz	Estárter <i>amao</i>	India
Judima	Arroz glutinoso	Estárter <i>humao</i>	India
Kachasu / Lukutu / Tototo	Maíz, mijo africano, frutas	Levaduras	Zambia, Zimbabue, R. D. Congo, Malawi



PRODUCTO	SUSTRATO FERMENTADO	HONGO FERMENTADOR O ESTÁRTER (*)	ZONA DE ELABORACIÓN
Kaffir	Sorgo	Levaduras	Sur de África
Kanji	Remolacha roja, zanahoria morada	<i>Hansenula anomala</i>	India, Pakistán, Israel
Kaomak / Khao maak	Arroz	Estárter <i>loogpang</i>	Tailandia
Kepac	Trigo, soja	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Hansenula</i> sp., <i>Saccharomyces</i> sp.	Indonesia
Kiad lieh	Arroz	Estárter <i>thiat</i>	India
Kishk	Trigo y leche	Levaduras	Egipto
Kodo ko jaanr	Mijo africano	<i>Mucor circinelloides</i> , <i>Rhizopus chinensis</i> , <i>Pichia anomala</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida glabrata</i> , <i>Saccharomycopsis fibulifera</i>	India
Koha	Kiwi	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Nueva Zelanda
Kombucha / Té de hongo	Infusión de hojas de té y azúcar	26 especies de levaduras	Asia, Europa
Kunun-zaki / Kunu	Mijo, sorgo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Nigeria
Kwete / Kpete	Sorgo, mijo, maíz	Estárter <i>aku fi</i>	Uganda, R. D. Congo
Lambanog	Savia de palmera cocotera, palmera de manglar	Levaduras	Filipinas
Lohpani / Mingari	Mijo africano, cebada, maíz, arroz	Estárter <i>pham</i>	India
Lubisi	Plátano y sorgo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> y otras	Kenia
Lugri / Aarak	Cebada	Estárter étnico	India
Madhu	Arroz	Estárter <i>khekrhill</i>	India
Malawa / Malwa	Mijo	<i>Candida krusei</i>	Uganda, sur de África
Mangisi	Mijo	Levaduras y mohos	Zimbabue
Mbege	Plátano y mijo africano	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Tanzania
Merisa / Merissa / Marissa	Sorgo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Sudán del Sur, este de África
Mirin	Arroz glutinoso	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>A. usamii</i>	Japón
Munkoyo / Ibwatu	Maíz	<i>Saccharomyces</i> spp.	Zambia, Zaire, centro de África
Napú	Maíz	Levaduras	Perú
Nareli	Palmera cocotera	Levaduras	India
Nasha	Sorgo	Levaduras	Sudán
Nchiangne	Arroz rojo	Estárter <i>khekrhii</i>	India
Obo / Hobo / Jobo	Frutos de jobo y piloncillo	Levaduras	México
Ogol	Mango	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Etiopía
Ostoché	Maíz y pulque	Levaduras	México
Otika	Sorgo	<i>Candida tropicalis</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomyces</i> spp., <i>Candida krusei</i> , <i>Aspergillus</i> spp., <i>Penicillium italicum</i>	Nigeria
Ou / Oh	Arroz y mijo	Estárter <i>ipoh</i> o <i>siye</i>	India
Pito	Maíz, mijo o sorgo	<i>Geotrichum candidum</i> , <i>Candida</i> sp.	África occidental
Poko	Arroz	Estárter <i>manapu</i>	India
Pombé	Plátanos verdes	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	Este de África
Pozol	Maíz	<i>Geotrichum candidum</i> , <i>Trichosporon cutaneum</i> , <i>Candida krusei</i> , <i>C. guillemontii</i> , <i>C. parapsilosis</i> , <i>C. tropicalis</i> , <i>Hansenula fabiani</i> , <i>Kluveromyces fragilis</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Cladosporium cladosporioides</i> o <i>C. herbarum</i> , <i>Monilia sitophola</i> , <i>Mucor rouxianus</i> o <i>M. racemosus</i>	México

PRODUCTO	SUSTRATO FERMENTADO	HONGO FERMENTADOR O ESTÁRTER (*)	ZONA DE ELABORACIÓN
Puerh / Té rojo	Hojas de té rojo	<i>Aspergillus glaucus</i> , <i>Penicillium</i> spp., <i>Rhizopus</i> sp., <i>Blastobotrys adenivorans</i> , <i>Saccharomyces actinoplanes</i>	China (Yunnan)
Pulque	Magueyes	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>S. bayanus</i> , <i>S. paradoxus</i> , <i>Candida</i> spp., <i>C. parapsilosis</i> , <i>C. lusitaniae</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>K. lactis</i> , <i>Hanseniaspora uvarum</i> , <i>Pichia</i> spp., <i>P. guilliermondii</i> , <i>Torulasporea delbrueckii</i>	Estados Unidos, México y otros países hispanoamericanos
Quebrantahuesos	Maíz, semillas de pirú y de quebrantahuesos	Levaduras	México
Raksi	Cereales	Estárter <i>marcha</i>	India
Ruou nep than	Arroz glutinoso	Levaduras	Vietnam
Ruhi	Arroz	Estárter <i>khekhrii</i>	India
Sahti	Cebada, centeno, trigo, avena	Levaduras	Finlandia
Sake / Cerveza de arroz	Arroz	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Saccharomyces sake</i>	Japón, Mundo
Sato / Nam khao / Krachae	Arroz glutinoso	Estárter <i>loogpang</i>	Tailandia
Seketch	Maíz	<i>Aspergillus niger</i> , <i>A. flavus</i> , <i>Mucor rouxii</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>S. chevalieri</i> , <i>S. elegans</i>	Nigeria
Sendechó	Maíz y chile rojo	Levaduras	México
Shaosinghiju	Arroz	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	China
Sidra	Manzana, pera	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomyces bayanus</i> , <i>Hanseniaspora valbyensis</i> , <i>H. uvarum</i> , <i>H. osmophila</i> , <i>Pichia guilliermondii</i> , <i>Metschnikowia pulcherrima</i>	Europa
Sing sing	Cebada	Levaduras	India
Sochu / Shochu	Arroz, boniato, cebada, mijo o maíz	<i>Aspergillus awamori</i> , <i>A. kawachii</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Japón
Soju	Arroz	Estárter <i>nuruk</i>	Corea
Sora	Maíz	Levaduras	Perú
Sura	Mijo africano	Estárter <i>dhehli</i>	India
Takju / Makgeolli	Arroz y trigo	<i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Pichia</i> , <i>Candida</i> , <i>Hansenula</i> , <i>Torulopsis</i>	Corea
Tapai	Arroz, yuca, boniato	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Rhizopus oryzae</i> , <i>Amylomyces rouxii</i> , <i>Mucor</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomycopsis fibuliger</i> , <i>Endomycopsis burtonii</i>	Asia oriental y suroccidental
Tchoukoutou	Sorgo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Torulasporea delbrueckii</i> , <i>Saccharomyces pastorianus</i> , <i>Candida kunwiensis</i> , <i>Dekkea anomala</i> , <i>Candida etchellsii</i>	Benín
Tej	Miel	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Kluyveromyces bulgaricus</i> , <i>K. veronae</i> , <i>Debaromyces phaffi</i>	Eritrea, Etiopía
Tella / Talla	Tef y sorgo	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> y otras	Eritrea, Etiopía
Tepache	Maíz y azúcar moreno	<i>Candida queretana</i> , <i>Pichia membranifaciens</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Torulopsis inconspicua</i>	México
Tesgüino / Tejuino	Maíz	<i>Saccharomyces</i> , <i>Candida</i> , <i>Filobasidiella</i> , <i>Hansenula</i> , <i>Brettanomyces</i> , <i>Pichia</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Penicillium</i>	México
Themsing	Mijo de dedo, cebada o mezcla	Levaduras	India
Thumba	Mijo	<i>Endomycopsis fibuliger</i>	India



PRODUCTO	SUSTRATO FERMENTADO	HONGO FERMENTADOR O ESTÁRTER (*)	ZONA DE ELABORACIÓN
Togwa / Mahewu	Maíz y sorgo o mijo	<i>Issatchenkia orientalis</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida pelliculosa</i> , <i>C. tropicalis</i>	Tanzania, Zimbabue
Ulanzi	Bambú	Levaduras	África oriental y meridional
Umqombothi	Maíz y sorgo	Levaduras	Sudáfrica
Vinagre	Sustratos con azúcares	<i>Candida lactis-condensi</i> , <i>C. stellata</i> , <i>Hanseniaspora valbyensis</i> , <i>H. osmophila</i> , <i>Saccharomycodes ludwigii</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Zygosaccharomyces bailii</i> , <i>Z. bisporus</i> , <i>Z. lentus</i> , <i>Z. mellis</i> , <i>Z. pseudorouxii</i> , <i>Z. rouxii</i>	Mundo
Vino	Uvas de <i>Vitis vinifera</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> y otras 51 especies de levaduras	Mundo
Vino de naranjo criollo	Naranja criolla	Levaduras	Colombia
Vino de palma	Savia de palmeras	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Schizosaccharomyces pombe</i> y otras	África, Asia, América
Vino de rosella	Rosa de Abisinia	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Filipinas, Nigeria
Vino de pino y mezquite	Corteza interna de pino, mezquite	Levaduras	Mesoamérica
Vino de piña	Piña americana	<i>Hanseniaspora opuntiae</i> , <i>H. uvarum</i> , <i>Meyerozyma guilliermondii</i>	Angola
Vino de zarzaparrilla	Maíz, zarzaparrillas	Levaduras	México
Yu	Arroz	Estárter <i>hamei</i>	India
Zambumbia / Sambumbia	Miel de caña, cebada	Levaduras	Cuba, México
Zu	Arroz	Estárter <i>humao</i>	India
Zutho / Zhuchu	Arroz	Estárter <i>khekhrii</i>	India

(*) En algunos productos elaborados intervienen también diversas especies de bacterias, sobre todo las bacterias del ácido láctico (BAL) que no se mencionan en este trabajo. Solo se indican las especies de hongos que participan en la fermentación.



Fig. 17. Preparando atole agrio por nixtamalización. Fuente: Revista La Campiña (<https://revistalacampina.mx/2020/12/31/atole-agrio-bebida-prehispanica-para-epoca-decembrina/>).

lación (recipiente de destilación) aparecieron durante la era de la dinastía Song (960-1279). Tiene una gran reputación y constituye una parte importante de la dieta china. La producción de *baijiu* implica cinco pasos principales: preparación de materiales, fabricación del iniciador *daqu*, fermentación alcohólica, destilación y crianza o envejecimiento. Hay una gama de *baijiu* con diferentes sabores y sus correspondientes nombres. La fabricación de *baijiu* comenzó al menos

antes del siglo II a.C. Ya el *Ben-Cao-Gang-Mu*, (la *Materia Médica China* más antigua), recopilado por Li Shi-Zhen en 1597, describe la fermentación en estado sólido combinada con la destilación que se inventó durante la era de la dinastía Yuan. Es sabido que algunos de los primeros aparatos de destilación estaban estrechamente relacionados con la elaboración del *baijiu*. Un registro histórico menciona que los primeros recipientes de destilación aparecieron durante la era de la dinastía Song. En el *The Song-Shi*, escrito por Tuo-Tuo en el año 982, se describe un método que utiliza trigo, cebada, arroz glutinoso, etc., para producir un licor destilado, que coincide con la producción utilizada en la actualidad para el *baijiu*. Según el estárter que se utilice se obtienen tres tipos de *baijiu*; los cultivos iniciadores son el *daqu* con bacterias BAL, actinomicetos, levaduras y mohos, el *xiaoqu* con bacterias BAL, levaduras y mohos de *Rhizopus* y *Mucor*; y el *fuqu* con moho del género *Aspergillus*. Es el licor espirituoso más consumido del mundo por la gran cantidad de chinos que lo beben (ZHENG & HAN, 2016; AHMED & al., 2019).

Bantu beer / Cerveza de mijo: Cerveza opaca y amarga que se prepara con granos de sorgo o mijo malteados. El grano malteado se pulveriza y se mezcla con agua. Esta mezcla se conoce comúnmente como "mosto". Posteriormente, el mosto se hierva para eliminar cualquier infección bacteriana potencial. Una vez que se completa el proceso de ebullición y el mosto se enfría, se agrega la levadura. Luego se deja fermentar la mezcla. Todo el proceso dura cinco días. Se consume en Sudáfrica y otros países africanos, se sirve

en calabazas. Es fermentada por bacterias BAL y levaduras (WIKIPEDIA (2021)).

Basi: Bebida clara o turbia, agrídulce, que se elabora con caña de azúcar y *bubod*, cultivo iniciador con predominio de hongos miceliares como *Mucor circinelloides*, *M. griseocyaneus* y *Rhizopus cohnii*, y las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomycopsis fibuligera*. Es consumida en Filipinas. (TANIMURA & al., 1978; KOZAKI & UCHIMURA, 1990).

Bhaati jaanr: Es una bebida alcohólica que se prepara de forma tradicional en la región del Himalaya oriental (Nepal, India y Bután) a partir de arroz glutinoso cocido al vapor y fermentado. El contenido alcohólico es de un 6 % en volumen. Se indica que *Saccharomycopsis fibuligera* y *Rhizopus* spp. desempeñan un papel importante en el proceso de sacarificación del arroz durante la fermentación (TAMANG & THAPA, 2006). En un estudio posterior se citan bacterias y los hongos *Mucor circinelloides*, *Rhizopus chinensis*, *Saccharomycopsis fibuligera*, *Pichia anomala*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida glabrata* (TAMANG & al., 2012).

Bhang-chyang: Es la bebida tradicional del noreste de la India. El bhang-chyang, elaborado por las etnias *buthia* y tibetanos, es similar al *kodo ko jaanr*, preparada por los *gorkha* (TAMANG & al., 2012). Se trata de una de las bebidas más nutritivas, con sabor dulce y algo de alcohol, considerándose más un alimento que una bebida alcohólica. Los sustratos utilizados tradicionalmente para su preparación son la cebada (*Hordeum vulgare*), el sorgo (*Shorgum bicolor*), el mijo africano o ragi (*Eleusine corocana*), el arroz y el maíz que se mezclan con el iniciador *marcha*, este es uno de los estérteres tradicionalmente disponibles comercialmente que se utilizan para la preparación de algunas bebidas alcohólicas étnicas del Himalaya (Fig. 18). Las levaduras *Candida glabrata*, *Pichia anomala*, *P. burtonii*, *Saccharomyces bayanus*, *Saccharomycopsis fibuligera* y *Saccharomycopsis capsularis* están presentes en el iniciador. Además de las

levaduras, intervienen las bacterias del ácido láctico y los mohos filamentosos *Mucor circinelloides* y *Rhizopus chinensis* (TAMANG, 2010b; RAY & al., 2016b; NATH & al., 2019).

Bouza: Es una bebida alcohólica, casera, espesa, hecha a base de cebada (*Hordeum vulgare*) o trigo (*Triticum aestivum*) y que aún se sirve en algunos bares de la capital de Egipto, el único país musulmán del entorno donde no es ilegal beber alcohol. La preparación del *bouza* comienza añadiendo agua a las semillas de cebada en unos recipientes de arcilla que se deja reposar. Posteriormente, se prensa la malta y se mezcla con agua y pan (porque contiene levadura). Se calienta a fuego lento y se deja fermentar. Después de sólo cuatro días, el preparado resultante es un líquido de color marfil, espeso y con un gusto ácido. En época faraónica, después del pan, el segundo producto en importancia obtenido a partir de cereales, fue sin duda la cerveza. La *bouza* actual es probablemente lo más parecido a las primeras cervezas de la época de los faraones. El explorador y viajero suizo John Bruckhardt recogió el modo de fabricación de la *bouza* en el siglo XIX, es una cerveza amarga nubia, y al ser una forma muy primitiva de cerveza, podría resultar bastante similar a la de la antigüedad. Según sus informes, la cerveza se fabricaría a partir de la cebada o del trigo candeal. El cereal se molía de modo rudimentario, colocándose las tres cuartas partes de la harina resultante en una vasija grande, donde se amasaba con agua. Con esta masa se hacían una especie de panes triangulares que se apilaban y se cocían apenas para que se doraran por fuera, pero teniendo buen cuidado de que por dentro siguieran crudos, con el fin de que la levadura siguiera viva. Estos panes se desmenuzaban en una gran tinaja con un líquido azucarado, obtenido del zumo de alguna fruta, generalmente dátiles. El cuarto restante de la harina se mojaba y se dejaba expuesto al aire formando una pasta a la que llamaban *wadjit* (*uadyit*); tras un rato se aplastaba mientras estaba aún húmeda (forma primitiva del malteado) y se añadía al resto de la masa para

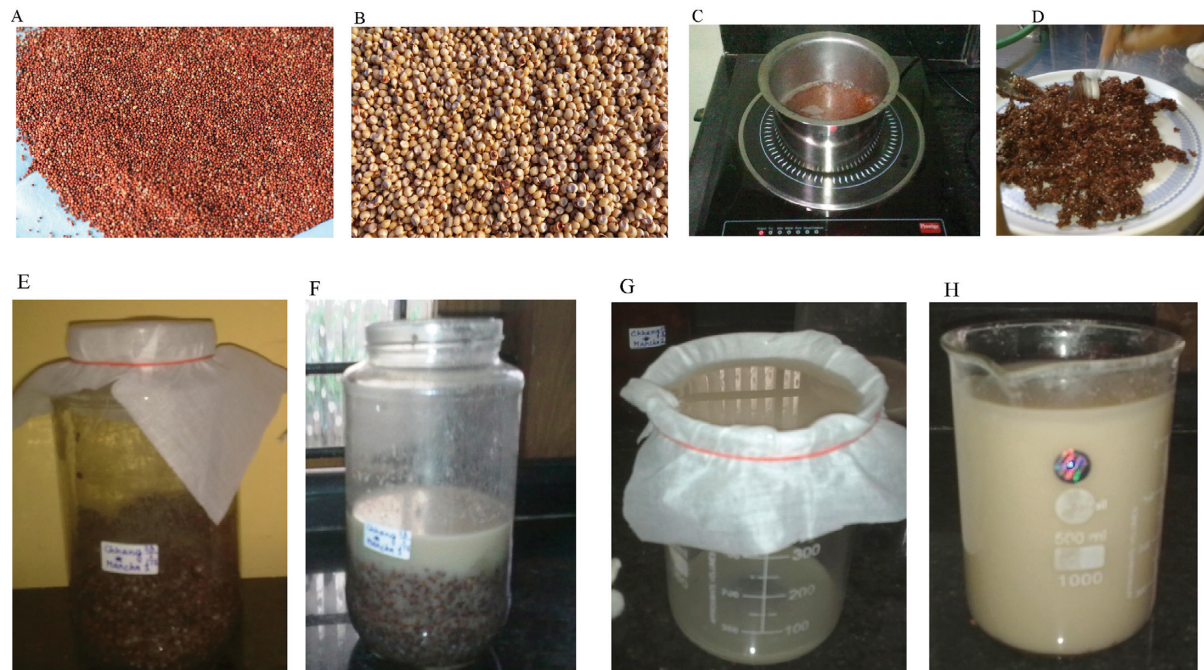


Fig. 18. Diagrama para la preparación de bhang-chyang. (A) Granos de ragi o mijo africano. (B) Granos de sorgo. (C) Cocinado de los granos. (D) Mezcla de granos cocidos con *marcha*. (E) Fermentación. (F) Extracción con agua tibia. (G) Filtración de bhang-chyang. (H) bhang-chyang definitivo. Fuente: Ray & al. (2016).



dejarla fermentar. Después de la fermentación se filtraba a mano. El líquido filtrado se vertía en vasijas de terracota que luego se sellaban. En la fermentación de la *bouza* intervienen bacterias y levaduras (SANNI, 1993). También se cita que se consume en Turquía (KOHAJDOVA & KAROVICOVA, 2007).

Boza/ Bosa/ Busa: Bebida popular fermentada que se consume en Albania, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Macedonia, Montenegro, Rumanía, Serbia y Turquía, además de en el norte de África, Asia central y occidental. Se prepara con maíz y trigo (en Turquía) trigo o mijo (en Bulgaria y Rumanía) o cebada (antiguo Egipto). Es una bebida agrídulce con cierta consistencia densa (Fig. 19) y con bajo contenido alcohólico (por regla general en torno al 1% en volumen). La boza tiene una historia de 8.000-9.000 años, sus orígenes datan de las poblaciones que vivieron antiguamente en las regiones de Anatolia y Mesopotamia. La fórmula de su receta fue tomada posteriormente por los otomanos y divulgada a través de los territorios conquistados por ellos. Según Jenofonte ya se bebía en Anatolia en el año 410 a.C. y relata que se guardaba en tinajas de barro que se enterraban en el suelo. Esta especialidad local se mantuvo en la región de Anatolia hasta la llegada de los turcos, que fueron los que tomaron la bebida y le pusieron el nombre de *boza*, una palabra que deriva del persa *buze* (mijo) (BAYAT & YILDIZ, 2019; WIKIPEDIA, 2020b). Según VON MOLLENDORFF & al. (2016), en la fermentación intervienen bacterias tipo BAL, además de levaduras de los géneros *Candida*, *Geotrichum*, *Issatchenkia*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces* y *Torulaspota*.

Brem bali: Es un alimento o bebida fermentada tradicional de Indonesia. Hay dos tipos de *brem*: el pastel de *brem* (sólido) que generalmente se come como bocadillo y la bebida de *brem bali* (líquido) hecha de cerveza de arroz glutinoso en Bali y Nusa Tenggara. Se estima que hacia el año 1000 aparece el *brem* en Java, según las investigaciones realizadas. La bebida *brem* se consumió y tiene un uso importante en las ceremonias llamadas "tetabuhan" en templos del hinduismo. Varía de muy dulce a semidulce, pero ácida y contiene alcohol en grados variables, generalmente de 5% a 14% en volumen. La fermentación alcohólica típicamente dura dos semanas y es ocasionada por el moho *Mucor indicus* y la levadura *Candida parapsilosis* (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Bupju / Beopju: Bebida alcohólica que se elabora en Corea a partir de arroz glutinoso, agua y el cultivo iniciador *nuruk*. Originalmente, se refería a las cervezas de arroz elaboradas con arroz no glutinoso, para uso oficial o administrativo. Su nombre significa "licor de ley" ya que se elabora siguiendo un procedimiento fijo. En 1986 el gobierno de Corea del Sur declaró una variedad llamada 'Gyodon-beopju' propiedad cultural inmaterial (WIKIPEDIA, 2020a). La fer-



Fig. 19. La boza se consume en Turquía con canela y garbanzos tostados. Fuente: <https://www.dailysabah.com/life/2020/01/12/boza>

mentación es realizada por levaduras de *Saccharomyces* sp. (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Bupu: Es una bebida tradicional zapoteca del istmo de Tehuantepec (la zona más angosta de México entre los océanos Atlántico y Pacífico), sobre todo en el estado de Oaxaca. Su nombre significa "espuma" en el idioma zapoteco de la región. Los ingredientes con los cuales se prepara son cacao, maíz, panela (azúcar moreno) y flor de mayo (*Plumeria rubra*) (Fig. 20). En la fermentación intervienen levaduras. Se puede servir frío o caliente (CAMOU-GUERRERO & al., 2016).

Burukutu: Bebida alcohólica elaborada con granos de maíz de Guinea o sorgo de escobas (*Sorghum technicum*), mijo (*Pennisetum glaucum*) o maíz (*Zea mays*) o una mezcla de los tres. Esta bebida es una de las principales bebidas alcohólicas tradicionales y locales en los países africanos donde se produce como Nigeria, Kenia, Etiopía, Burundi, Ghana y Benín. La producción de *burukutu* consta de cinco etapas básicas, que incluyen: remojo, malteado, maceración, fermentación y maduración. El producto se deja fermentar utilizando levaduras durante dos días. Los microorganismos asociados con la fermentación son bacterias y los hongos *Sacchromyces cerevisiae*, *Sacchromyces chaveliera* y *Candida acetobacter* (BLANDINO & al., 2003; VAN DER AA KÜHLE, & al., 2001).

Busaa: En Kenia es una de las bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales que es común en reuniones sociales. Es una cerveza opaca de cereal que se fermenta con una mezcla de masa ácida de maíz cocida, agua y malta de mijo africano (*kimera*) durante 2 a 4 días. Después de la fermentación, se consume inmediatamente debido a su corta vida útil o se puede destilar para producir *chang'aa* (un licor local). Actualmente, se produce con carácter casero y carece de estándares de calidad y seguridad. El contenido de etanol de *busaa* oscila entre el 2 y el 7% en volumen. Sin embargo, los estudios han demostrado la presencia de metanol, butanol y otros alcoholes tóxicos, que se originan a partir de la diversidad de microorganismos en el producto. Su toxicidad está informada, al igual que con el licor *chang'aa* (ODUNFA, 1993 in BLANDINO & al., 2003). Estos registran el *busaa* como cerveza de sorgo o de maíz en Nigeria y Ghana, interviniendo en la fermentación bacterias BAL y levaduras de *Saccharomyces cerevisiae*. NOUT (1980) relaciona como hongos fermentadores *Candida krusei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhizopus* sp. y *Mucor* sp.



Fig. 20. Cuenco con bupu y flor de mayo. Fuente: <https://blog.seccionamarilla.com.mx/bupu-bebida-tradicional-con-cacao-del-istmo-de-tehuantepec/>



Bushera: Es la bebida tradicional y fermentada más popular de Uganda que se prepara con sorgo (*Sorghum bicolor*) y mijo africano o mijo de dedo (*Eleusine corocana*). En el proceso, los granos de sorgo generalmente se remojan en agua durante 12 h a 48 h en arroyos, ríos y estanques. El período de germinación de los granos de sorgo varía entre dos y cuatro días. La duración de la fermentación oscila entre uno y seis días (MUYANGA & al., 2003). Los microorganismos fermentadores son bacterias BAL y levaduras que se incrementan durante la fermentación (MUYANDA & al., 2004).

Buza: Líquido espeso que se elabora con cebada fermentada con el cultivo iniciador *phab*, una especie de masa seca blanquecina que contiene bacterias y levaduras. Se consume en la India (TAMANG & al., 2020).

Cachiri / Masato: Bebida que se prepara con maíz, yuca o fruta en ollas de barro (LORENCE-QUIÑONES & al., 1999). Es consumida en Brasil y Venezuela; en Perú, Ecuador y Bolivia se llama *masato*. Es de origen prehispánico, elaborándose con yuca masticada que se escupía dentro de una olla o en un tronco de madera con un hueco, donde se dejaba reposar toda la noche o incluso días para facilitar su fermentación, a veces se mezcla con boniato, e incluso se prepara con ñame (*Dioscorea alata*) en lugar de con yuca. Actualmente se le añade caña de azúcar y levadura comercial. Similares al masato son dos bebidas étnicas de los *sikuanis* de Colombia, como son el *yalaki* y la *yukuta* (<https://deliciasprehispanicas.com/2015/12/05/masato-cachiri-yalaki-y-yukuta-bebidas-de-origen-prehispanico/>)

Café: El café es uno de los cultivos más importantes del mundo debido a la gran popularidad de la bebida en todo el mundo, se cultiva en más de 80 países. Una asombrosa variedad de sabores de la bebida de café resulta de las diferencias en el cultivo, la calidad del grano, los métodos de procesamiento, las mezclas y las condiciones de tostado. Una de las actividades de procesamiento clave en la producción de café es la fermentación. Este proceso es importante para degradar la pulpa que rodea al fruto y para la producción de aroma. La fermentación se basa en las actividades metabólicas de diferentes grupos de microorganismos que incluyen bacterias diversas (BAL, no BAL y BAA), levaduras como *Arxula adeinivorans*, *Candida parapsilosis*, *Debaryomyces polymorphus*, *Hanseniaspora uvarum*, *Pichia anomala*, *P. burtonii*, *P. caribbica*, *P. guilliermondii*, *P. holstii*, *P. kluyveri*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomycesopsis*; y hongos filamentosos de los géneros *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Pestalotia* y *Paecilomyces*. Existe un inconveniente con la fermentación ya que los hongos de *Aspergillus* y *Penicillium* pueden formar ocratoxina A, la más importante micotoxina del café (HUCH & FRANZ, 2015).

Cauim: Es una bebida alcohólica fermentada de los pueblos indígenas de Brasil, se encuentra presente en la zona desde épocas prehispánicas. Por lo general, el *cauim* está hecho por yuca (raíz rica en almidón) aunque también existen variaciones donde se utilizan el maíz o el arroz al que suele adicionarse jugos de fruta; la etnia *kuna* de Panamá utiliza plátanos. Las raíces se cortan en rodajas finas, se hierven hasta que estén tiernas y se dejan enfriar. Luego, mujeres y niñas los mastican de modo que las enzimas presentes en la saliva humana rompan el almidón en azúcares fermentables. Después de triturarlo se le adiciona líquidos, y se deja fermentar en grandes vasijas. La bebida resultante es opaca y tiene un sabor amargo, se sirve caliente o fría, siendo una bebida básica utilizada sólo en las ceremonias, pero nunca durante la comida diaria. En español se llama "chicha de yuca" (WIKIPEDIA, 2020c). Durante la fermentación se produce ácido láctico por bacterias BAL, además de

etanol producido por levaduras, la predominante encontrada fue *Candida tropicalis*. No obstante, *Candida intermedia*, *C. parapsilosis*, *Pichia guilliermondii*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Trichosporon asahii* también se encontraron en grandes cantidades durante la fermentación (SCHWAN & al., 2007).

Cerveza: Bebida alcohólica no destilada, de sabor amargo que se elabora con granos de cebada germinada (malta) u otros granos de cereales (arroz, trigo, sorgo, mijo, etc.) o pseudocereales (alfarfón, quinoa). La fermentación es causada por las levaduras, principalmente *Saccharomyces cerevisiae* o *Saccharomyces pastorianus*. Se aromatiza generalmente con lúpulo (*Humulus lupulus*) que le proporciona su sabor amargo. En la Alemania de la Baja Edad Media se originó la costumbre de cocer el mosto con flores de lúpulo. A partir de entonces nació la bebida que hoy identificamos como cerveza, distinta del vino de malta. El lúpulo sustituyó a los aromatizantes hasta entonces utilizados, dando a la cebada fermentada su amargor característico. El lúpulo contribuye a su conservación y sirve para detener la fermentación acética y clarificar el líquido. Los primeros testimonios que tenemos sobre el uso del lúpulo se remontan a la Alemania del siglo XI, con motivo de los impuestos por el uso del allí llamado *grut* (conjunto de yerbas utilizadas en la elaboración de la cerveza), que fue sustituido por el lúpulo. Sin el uso del lúpulo, el fermentado proveniente de la cebada no pasa de ser un vino de malta, que recuerda, por su sabor, más al vino que a la cerveza. Se diferencian tres grandes grupos de cervezas según su tipo de fermentación y las levaduras empleadas durante el proceso. De esta manera, podemos distinguir entre cervezas de alta fermentación también conocidas como *ale*, cervezas de baja fermentación o *lager*, y cervezas de fermentación espontánea, llamadas popularmente *lambic*. Las cervezas tradicionales se consumen casi sin acabar la fermentación y duran 2-3 días. Contienen aproximadamente un 3 % de alcohol etílico en volumen. La cerveza final es opaca debido a la presencia de gránulos de almidón, levaduras y otros microorganismos; por ello se habla de "cervezas opacas", aunque se pueden filtrar antes de beberse; en algunos lugares usan unas largas pajitas con un filtro en uno de los extremos. Estas cervezas tradicionales tienen un gran valor nutricional debido a su alto contenido en vitaminas, sobre todo tiamina (B₁), riboflavina (B₂) y niacina, además de otros nutrientes. En general se llama cerveza a cualquier bebida ligeramente alcohólica que se obtiene por fermentación con algún cereal, generalmente cebada, trigo, arroz, maíz, sorgo o mijo (WIKIPEDIA, 2020d, 2020f).

Cerveza de alforfón: Es una cerveza libre de gluten que se elabora con un pseudocereal como el alforfón o trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*), planta originaria de Asia Central que fue transportada por los nómadas hasta el este y centro de Europa, siendo sus granos ricos en almidón. Se consume en toda la zona en la que vive el alforfón. Su contenido alcohólico está en torno al 3 % en volumen. Intervienen en la fermentación las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, *S. ludwigii* y *S. pastorianus* (DEZELAK, 2014).

Cerveza de kvass / kvass: Cerveza agria y ligeramente alcohólica (0,5-1,2 % en volumen) típica de Rusia, Ucrania y países bálticos. Por su color marrón se le llamó la "Coca-Cola comunista" en la época de la URSS, siendo la bebida más popular de Rusia, se vende como bebida no alcohólica incluso en las calles. Su consumo se ha extendido a los Estados Unidos y Canadá, donde se fermenta más para llegar a un grado alcohólico del 4 %. Se elabora con centeno (*Secale cereale*) o pan de centeno seco, jarabe de arce y diferentes hierbas como saborizantes y aromatizantes, llegando incluso, en el estado de Vermont (EE.UU.), donde la llaman "kvass



del nordeste", a utilizar ramas de abeto o pino y la seta "cola de pavo" (*Trametes versicolor*) posiblemente con el fin de que tenga propiedades medicinales, la cual se suele añadir al agua desde el principio con el jarabe de arce (Fig. 21). La fermentación es realizada por bacterias BAL y levaduras naturales o de uso industrial. Su origen es muy antiguo y se supone que está asociada al origen del pan de centeno (BAUDAR, 2018; AHMED & al., 2019; RODRIGUEZ, 2020).

Cerveza de quinoa: Es una cerveza libre de gluten que se elabora con un pseudocereal como la quinoa (*Chenopodium quinoa*), planta nativa de la región de los Andes. Fue el mayor cultivo de las culturas precolombinas de la zona, siendo sus granos ricos en almidón. Intervienen en la fermentación las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, *S. ludwigii* y *S. pastorianus*, siendo su contenido en etanol del 3-5 % en volumen (DEZELAK, 2014).

Chakpalo: Cerveza opaca que se prepara con sorgo o maíz de Guinea (*Shorghum bicolor*) fermentado por una comunidad de levaduras presentes en un cultivo iniciador llamado *otché*, la más predominante es *Saccharomyces cerevisiae*. Se consume en Benín (DJEGUI & al., 2014).

Champuz / Champús: Bebida fermentada elaborada con maíz o arroz. Típica de Colombia y Perú. En la fermentación intervienen levaduras (LORENCE-QUIÑONES & al., 1999; TAMANG & al., 2020).

Charagua: Bebida alcohólica a base de jarabe de pulque, chile y hojas de maíz tostadas, calentado lentamente la mezcla y fermentándola. Se consume en México. En la fermentación intervienen levaduras (LORENCE-QUIÑONES & al., 1999).

Cheongju: Bebida alcohólica de Corea similar al *mijiu* chino y al *sake* japonés. Su nombre significa "bebida alcohólica clara" en contraposición al *takju* que significa "turbio" en referencia a la cerveza de arroz lechosa, sin refinar, también conocido como *makgeolli*, la bebida alcohólica más antigua de Corea. Según el *Thing on Korea*, un libro del siglo XII sobre Corea, la gente de Goryeo (reino coreano fundado en el año 918) usaba arroz no glutinoso para elaborar cerveza de arroz. Otro libro chino del siglo XII, *Illustrated Account of Goryeo*, informa que la cerveza de arroz coreana que se

hace con *nuruk* (iniciador) tiene un color más oscuro y un contenido de alcohol más alto por lo que emborracha rápidamente. Este libro indica que la cerveza de arroz clara y refinada se hizo en la corte real, mientras que la cerveza de arroz lechosa y sin refinar fue más popular entre los plebeyos. El *cheongju* se elabora habitualmente en invierno, entre los meses de noviembre y marzo. El arroz cocido al vapor mezclado con *nuruk* (iniciador de la fermentación) y el agua se deja fermentar durante 16 a 25 días, a una temperatura no superior a 14-16 °C. Durante el proceso de fermentación, el almidón de arroz se sacarifica. Los hongos de levadura se alimentan de los azúcares creados por la sacarificación y producen alcohol. El vino fermentado se filtra luego con *yongsu* (un colador de vino), que se sumerge en el líquido. El vino claro dentro del *yongsu* se saca para hacer *cheongju*. Se ha utilizado ampliamente en una variedad de rituales y ritos tradicionales, ya que se considera una bebida alcohólica bien preparada (WIKIPEDIA, 2021c).

Chhang / Chyang / Chee: Bebida fermentada, tipo cerveza, suave y algo dulce que se preparara con mijo de dedo o con cebada, contiene un 5-7 % de etanol. Es fermentado por levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* y bacterias de *Bacillus* sp. contenidas en el estarter *phab*, para su preparación se utiliza un arbusto que llaman "burnak" (*Artemisia* sp.). Se consume en Nepal, la India, Pakistán, China (Tibet) y Bután. De esta bebida se obtiene un licor destilado llamado *arak* (TAMANG & al., 2020; ANGMO & BHALLA, 2014)

Chibuku / Doro: Es una cerveza opaca de sorgo comercial basada en las cervezas africanas tradicionales, muy similar a la cerveza *umqombothi*. Se elabora con diferentes granos, sobre todo con sorgo malteado, pero también con maíz, cebada e incluso con mijo. La cerveza contiene almidón, germen de semilla y levadura (todos normalmente eliminados en los tipos lagers y ales) y, dado que los sólidos se depositan en el fondo del recipiente, es necesario agitarla antes de beberla. El contenido de alcohol en un *chibuku* fresco es bastante bajo, comenzando con aproximadamente 0,5% en volumen el primer día, pero a medida que la fermentación continúa se vuelve más fuerte, pudiendo alcanzar un 4% de etanol. El *chibuku* se ha convertido en una marca panafricana de cerveza de sorgo opaca elaborada por varios cerveceros de África, Su nombre lo creó Max Heinrich (un expatriado sudafricano que aprendió el arte de elaborar cerveza en Alemania y vivió en Zambia) quien en la década de 1950 elaboró y vendió la primera cerveza de este tipo. Esta cerveza es elegida por los consumidores menos pudientes que no pueden pagar la cerveza embotellada en Zimbabue, Zambia, Malawi y Botsuana. La levadura que interviene es *Saccharomyces cerevisiae* (KUTYAUROIPO, 2009; MAWONIKKE & al., 2017; WIKIPEDIA, 2021d).

Chicha: La *chicha de jora* es una bebida fermentada que procede de Sudamérica, principalmente de Perú, Bolivia y Ecuador. Según la región existen diferentes variantes de chicha, pero principalmente se compone de maíz malteado (llamado *jora*). Por lo tanto, al ser una bebida fermentada a base de un cereal estamos hablando de un tipo de cerveza. Existe una leyenda en torno al descubrimiento accidental de la chicha de jora; este se le atribuye al inca Túpac Yupanqui (décimo soberano incaico) cuando en época de lluvias torrenciales se habían deteriorado los silos donde se almacenaba el maíz, fermentando así los granos. El soberano sugirió el reparto del maíz para consumirlo en forma de *mote* (maíz cocido), pero debido a sus características se optó por desecharlo. Cuentan que un indígena hambriento, rebuscando algo que llevarse a la boca entre la basura, consumió esa mezcla de maíz fermentado quedando así en estado de



Fig. 21. Ingredientes del kvass del nordeste de Vermont (EE. UU.). Fuente: P. Baudar: https://www.acfchefs.org/download/documents/resources/Recipe/Sizzle_Spring_2018_Northeastern_Kvass.pdf

embriaguez al instante. En este mismo momento se descubrió en el antiguo Perú el valor alcohólico del maíz fermentado. Tras el humilde descubrimiento, la *chicha de jora* se popularizó, convirtiéndose así en la bebida de las grandes casas de la nobleza inca. Técnicamente es una cerveza artesanal de maíz, debido a que para su preparación se requiere maltear el grano, para posteriormente ser fermentado, y el grado alcohólico de la misma varía de acuerdo a la región y al *chichero*, nombre popular que se le da a las personas que la elaboran. Actualmente se consume en ceremonias durante las celebraciones incas. También está presente en fiestas patronales, cumpleaños, bodas e incluso en velatorios. Principalmente se consume en zonas rurales del norte y de la sierra del Perú, incluso ciudades como Lambayeque o Piura aún mantienen su tradicional elaboración a base de maíz gigante blanco que solo crece en la sierra de la región. Su elaboración es muy sencilla, se pone a hervir en una olla la jora (el maíz malteado) con agua y clavos de olor. Sin parar de remover se hierve durante 8 horas agregando agua cada vez que la consume, después se filtra esta mezcla y se deja enfriar en una vasija de barro, añadiendo panela (azúcar de caña). Durante ocho días se deja fermentar (Fig. 22). Una vez al día se mueve y se prueba para ver si le falta dulzor, si es así se añade azúcar y agua a la mezcla. Después de este proceso la bebida tendrá aproximadamente un 3% de alcohol (THE BEER TIMES, 2021). Los principales fermentadores son bacterias del género *Lactobacillus* y la levadura *Saccharomyces cerevisiae*; aunque también se han aislado en chicha colombiana otras bacterias y levaduras y mohos como *Saccharomyces pastorianus*, *Mycoderma vivi*, *Oidium lactis* (ahora *Dipodascus geotrichum*), *Monilia candida* (ahora *Candida tropicalis*), *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp. (STEINKRAUS, 1996).

Chikokivana: Bebida alcohólica fermentada de Zimbabue que se prepara con maíz o mijo. La fermentación es de *Saccharomyces cerevisiae* (BLANDINO & al., 2003).

Chinguirito: Bebida destilada o aguardiente de caña de azúcar en Mesoamérica. Los destilados en América no se elaboraron hasta la llegada de los españoles que llevaron los primeros alambiques. Se fermentaba la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) con levaduras naturales y luego se destilaba con medios muy sencillos. Fue el aguardiente más consumido en la Nueva España y aunque fue prohibido se mantuvo su producción. En 1768 se consideraba mejor que el aguardiente de uva llevado a México desde España, según el Protomedicato de México (LOZANO, 1997).



Fig. 22. Mujer indígena haciendo chicha. Fuente: <https://www.delgranoalacopa.com/cervezas-ancestrales-la-dulce-sahti-la-espirituosa-dolo/>

Choujiu / Chongju: Es un tipo de bebida alcohólica fermentada de China y Corea, elaborada a partir de arroz glutinoso. Es muy espeso y tiene un color blanco lechoso. El *choujiu* es una variedad antigua de vino chino y posiblemente el vino chino original. Su origen se remonta a la dinastía Tang (618-907), durante la cual fue elogiada por el poeta Li Bai. La fermentación es realizada por la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (BLANDINO & al., 2003).

Chulli: Bebida fermentada filtrada y clara. Se prepara con albaricoques (*Prunus armeniaca*) en la región de Kinnaur en el Himachal Pradesh de la India. La fermentación es realizada por levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* (THAKUR & al., 2004).

Colonche / Nochol: Bebida alcohólica fermentada de origen prehispánico preparada a partir de la fermentación de la pulpa de la "tuna cardona", fruto rojo del "nopal cardón" (*Opuntia streptacantha*), la "tuna pintadera" (*Opuntia orbiculata*) o el "duraznillo" (*Opuntia leucotricha*) por lo que la bebida es rojiza. Los aztecas la llamaban *nochoctli*, que significa vino de tuna (RAMÍREZ-GUZMÁN & al., 2019). La bebida se prepara en diversos estados de México donde el nopal es abundante. El colonche es una bebida dulce y efervescente. Para su preparación, los frutos de nopal se pelan y se trituran para obtener el jugo, que se hierve durante 2-3 horas. Después de enfriar, el jugo se deja fermentar durante unos pocos días. A veces se le agrega colonche viejo como iniciador de la fermentación, aunque también se suelen usar "tibicos" (WIKIPEDIA, 2020e). Entre los microorganismos responsables de la fermentación espontánea se citan a bacterias BAL y a la levadura *Torulopsis taboadae* (ULLOA & HERRERA, 1978), además de *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida valida* (GODOY & al., 2003). RAMÍREZ-GUZMÁN & al., 2019 citan además *Candida colliculosa*.

Darassun: Bebida a base de mijo que se elabora en Mongolia. La fermentación es realizada por bacterias BAL y levaduras (TAMANG & al., 2020).

Daru: Es una bebida fermentada tradicional que en algunos lugares se destila. Es elaborada con arroz y *jaggery* (azúcar de caña tradicional) pero se le puede añadir otros cereales como *koni*, *chuwa* y *oowa* e incluso trigo. Al final de la fermentación se puede destilar para obtener el "licor de daru". Es consumida en áreas rurales de Shimla, Kullu, Kinnaur y otras regiones de Himachal Pradesh (la India). Es preparado agregando el iniciador disponible localmente conocido como *phab* a una mezcla de azúcar de caña y agua. Se agrega madera de "árbol de goma arábiga o acacia espinosa", localmente llamada *kikar* (*Acacia nilotica*, ahora *Vachellia nilotica*) para dar sabor y aroma. Luego, la mezcla se calienta y se deja a fuego lento durante 4-5 días para que se realice la fermentación. Una vez completada la fermentación, la mezcla se filtra a través de un paño y el filtrado se recoge como *daru* (KUMARI & al., 2016).

Doizou: Bebida alcohólica fermentada a base de arroz rojo (rico en antocianinas) que se elabora en la India. La fermentación es realizada por bacterias BAL y levaduras (TAMANG & al., 2020).

Dolo: Es una cerveza "porongada" que se consume en Burkina Faso, Costa de Marfil y Benín. Su consumo está muy arraigado en la cultura y costumbres locales, siendo ofrecida tradicionalmente como regalo dentro de los rituales de bienvenida, o bien en señal de respeto y hospitalidad. En África se preparan dos tipos de cerveza, la llamada cerveza "trajeada" fabricada de forma industrial y consumida principalmente por las clases acomodadas de las grandes ciudades; y la cerveza "porongada", llamada así por el "porongo", un tipo de calabaza hueca usada como recipiente



fermentador y vaso, ésta es elaborada artesanalmente por aldeanos y consumida por las clases más humildes (THE BEER TIMES, 2021). Esta cerveza se elabora con sorgo (*Shorghum bicolor* o *Shorghum vulgare*). Tal es su importancia que el 40% de la producción de sorgo se dedica a la elaboración de dolo que es realizada por mujeres en un proceso que dura dos días y en el que emplean una planta, la "yolga" (*Grewia bicolor*) cuya corteza es pulverizada y añadida al fermentado para favorecer la decantación y la clarificación. El estudio de la flora fúngica del dolo de Burkina Faso determina que al menos se desarrollan siete especies de levaduras durante la fermentación, siendo las principales *Saccharomyces cerevisiae* y *Pichia manshurica*, el resto son *Candida krusei*, *C. lusitanae*, *C. albicans*, *C. tropicalis* y *C. kefir*, además de bacterias BAL y no BAL (SAWADOGO-LINGANI, & al. 2007; SANATA & al., 2017).

Ennong: Es una cerveza de arroz negro que se elabora en la India. La fermentación es realizada por bacterias BAL y levaduras (TAMANG & al., 2020).

Ewhaju: Bebida fermentada filtrada y clarificada que se elabora en Corea a partir de arroz fermentado con el cultivo iniciador *nuruk* (TAMANG & al., 2020).

Feni / Fenny: Es un licor propio de Goa (la India) preparado a base de coco o de jugo de la "manzana" (pseudofruto) del cajú o anacardo (*Anacardium occidentale*) con sabor fuerte. Aunque es de origen sudamericano, los portugueses lo introdujeron en la India a través de su colonia en Goa en 1568. El feni se originó en Goa, y, en general, se considera que es el de superior calidad, teniendo denominación de origen. El primer extracto de jugo, obtenido pisando anacardos, se transfiere tradicionalmente a una olla de barro grande llamada *kodem*, que se entierra hasta la mitad en el suelo y se deja mientras el jugo fermenta durante varios días por levaduras naturales. Luego se destila empleando un alambique tradicional que todavía se usa y se conoce como *bhatti* (WIKIPEDIA, 2021e). Se prepara mediante una fermentación con *Saccharomyces cerevisiae* (TAMANG & al., 2020).

Fuzhuan brick: Bebida obtenida mediante fermentación de té (*Tea sinensis*) que se consume en China. En la fermentación de las hojas del té intervienen hongos de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium* y *Eurotium* (MO & al., 2008).

Gowé / Sifanu: Es una pasta dulce de sorgo y/o harina de maíz malteada, fermentada y cocida, consumida en estado puro, pero preferentemente como bebida después de homogeneizar con agua, azúcar, leche y hielo. Los productos y vendedores son exclusivamente mujeres, mientras que los consumidores abarcan todas las clases de edad, grupos socioculturales y niveles educativos de Benín. El maíz y el sorgo se utilizan solos o en combinación (la relación maíz/sorgo varía de 1 a 3) a través de cuatro procesos. Las técnicas de procesamiento consiguen productos de sabor dulce y ácido mediante el malteado, la sacarificación y la fermentación (ADINSI & al., 2014). El *gowé* fermentado de forma espontánea se caracteriza por un sabor específico producido por diferentes actividades enzimáticas de los microorganismos involucrados. Se utilizan cepas de bacterias de *Lactobacillus fermentum* y *Weissella confusa* solas o en combinación con levaduras de *Kluyveromyces marxianus* y *Pichia anomala*, después de una sacarificación acelerada, consiguiendo una gran variedad de compuestos aromáticos (VIEIRA-DALODÉ & al., 2016).

Hidromiel / Aguamiel: Bebida alcohólica que se elabora con agua y miel mediante un proceso de fermentación en muchos países del mundo. Durante la misma, los azúcares de la miel se van transformando en alcohol, con un contenido en etanol del 3,5 al 18% en volumen. Existen distintos

tipos de hidromiel con mayor o menor grado alcohólico y dulzor. El hidromiel, desde su origen, ha sido consumido en todas las civilizaciones antiguas del mundo. Se piensa que su descubrimiento fue casual, debido a la fermentación natural de la miel. Los restos más antiguos de hidromiel se encontraron en una vasija de barro en el norte de China, datada hacia el 7000 a.C., contenía una mezcla de hidromiel con arroz y frutas (MCGOVERN & al. 2004). En los textos, la primera referencia está en el *Himno a Ninkasi* (4000 a.C.), que viene a ser una receta para elaborar esta bebida; otros piensan que está en el *Rig Veda* (texto védico en sánscrito más antiguo, hacia 1500-1000 a.C.). En la medicina hipocrática, por ejemplo, ya se aplicaban remedios relacionados con el hidromiel, y recibía el nombre de *melikraton*. En muchas creencias se cuenta que el hidromiel es una bebida de los dioses y que producía una especie de éxtasis y de ahí su sobrenombre "néctar divino". Aunque pudiera ser por los añadidos que se hacían al hidromiel, como en el caso de los pueblos mayas de la península de Yucatán que disolvían la miel de *xtabentún* (*Turbina corymbosa*) con agua y en esa disolución maceraban trozos de la corteza de un árbol llamado *balché* (*Lonchocarpus longistylus*) que después hacían fermentar hasta obtener un líquido al que llamaban también *balché*, y que bebían en los rituales religiosos y curativos. Se sigue consumiendo por los descendientes de los mayas. (AVILÉS-PERAZA, 2015; WIKIPEDIA, 2020g, 2021h). La levadura empleada para la fermentación es *Saccharomyces cerevisiae* (IGLESIAS & al., 2014).

Haria / Handia: Bebida fermentada energética de la India, tipo cerveza, que se prepara con arroz hervido de baja calidad. Se fermenta con un iniciador llamado *bakhar* (mezcla de fermento viejo, partes de seis plantas y arroz en polvo) con bacterias BAL y levaduras en una olla de barro esterilizada (GHOSH & al., 2014). Las levaduras encontradas son: *Pichia anomala*, *Issatchenkia* sp., *Saccharomyces cerevisiae*, *S. bouldardii*, *Candida nitratophila*, *C. tropicalis*, *C. musae*, *C. glabrata*, *Saccharomycopsis fibuligera* y *Zygosaccharomyces cidri* (SHA & al., 2012).

Hulu-mur: Bebida no alcohólica que se prepara en Sudán durante el Ramadán, cuyo nombre significa "dulce-astringente". Se elabora con harina de sorgo (*Sorghum bicolor*) malteado mezclada con harina de trigo integral para formar una masa fermentada. Se le añade varias plantas como especias, principalmente dátiles deshuesados (*Phoenix dactylifera*), tamarindo o *aradeib* (*Tamarindus indica*) y rosa de Abisinia, rosella o *karkadeh* (*Hibiscus sabdriffa*), además de cardamomo, canela, comino, coriandro, fenogreco, jengibre y pimienta, a modo de aromatizantes. La masa se deja fermentar durante 12-18 horas y después se diluye en agua hasta que adquiere la consistencia de una pasta. La fermentación es realizada por una multitud de bacterias y algunas levaduras. A continuación, se extiende en láminas muy finas sobre planchas de hierro caliente en las que están 30 segundos para que se pongan crujientes y doradas; después se desmigán en copos que se ponen en agua para que se empapen durante unos 10-30 minutos. Se enfría y se endulza con miel o azúcar (AHMED, 1985; FAO, 1990).

Ikgige / Amarwa: Es una cerveza de sorgo, bebida típica de Ruanda que es fácil de hacer. No se vende comercialmente, sino que se hace en el hogar para el consumo personal. Para prepararla de forma tradicional el sorgo se coloca bajo el sol durante tres o cuatro días, antes de molerlo en un mortero para obtener la harina, la cual se sumerge completamente en un recipiente grande lleno de agua donde permanece durante tres días. Luego se retira y, después de unos días, comienza a fermentar. Después se agrega la

malta para ayudar en este proceso de fermentación. La malta que se usa para hacer *ikigage* se prepara de antemano a partir de otra planta tradicional llamada "imbazi" (*Monencha subsessile*), una acantácea empleada como antidiarreica en Burundi (POLYGENIS-BIGENDAKO & LEJOLY, 1989). La mezcla se deja en un área cálida y bien cubierta durante la noche. Al día siguiente, esta bebida tradicional y deliciosa está lista para ser consumida. También se puede agregar miel a esta cerveza para obtener *inkangaza*, una cerveza de alta calidad que se consumía en importantes festivales (SLOW FOOD, s. d.). Los microorganismos fermentadores están contenidos en una levadura tradicional a modo de estérter que llaman *umusemburo*, en cuya preparación añaden el jugo de hojas de una planta asterácea (*Vernonia amygdalina*) y posteriormente tallos de una planta euforbiácea (*Euphorbia tirucalli*). Se han aislado bacterias BAL y las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* e *Issatkenkia orientalis* (LYUMUGABE & al., 2014; LYUMUGABE & BAJYANA, 2019).

Jaann / Jnard: Cualquier bebida alcohólica en nepalí se llama *jaann*. Los cereales que se utilizan pueden ser mijo africano (*Eleusine corocana*), maíz, trigo, trigo sarraceno, cebada e incluso raíz de yuca, mezclados con el cultivo iniciador *marcha* con bacterias, mohos (*Mucor* y *Rhizopus*) y levaduras (*Saccharomycopsis*, *Saccharomyces* y *Pichia*) (TAMANG & al., 1988). Las más consumidas son: **kodo ko jaann** (de mijo de dedo), descrita más adelante por ser la más relevante, **makai ko jaann** (de maíz), **gahoon ko jaann** (de trigo), **faapar ko jaann** (de trigo sarraceno), **jao ko jaann** (de cebada) y **simal tarul ko jaann** (de raíz de yuca). Todas ellas son bebidas suavemente alcohólicas y agrdulces (makai y simal) o levemente ácidas (gahoon, jao y faapar), cada una elaborada por una etnia diferente de la India, Nepal, Bután y Tíbet (KUMARI & al., 2016).

Jou: Bebida alcohólica tradicional de la etnia *boros* del estado de Assam (noreste de la India) preparada a partir de arroz cocido fermentado (*jumai*) con intervención de un estérter llamado *amao* que contiene levaduras. Se utiliza en celebraciones matrimoniales y otras ocasiones sociales. Se diferencian tres variantes de *jou*: *bidwi*, *finai* y *gwrán* (bebida destilada). Para preparar el cultivo iniciador *amao* utilizan siete plantas: *Oryza sativa*, *Scoparia dulcis*, *Musa paradisiaca*, *Artocarpus heterophyllus*, *Ananas comosus*, *Clerodendron infortunatum* y *Plumbago zeylanica*. La fermentación es realizada por bacterias y levaduras (BASUMATARY & al., 2014; TAMANG & al., 2020).

Judima: Bebida fermentada que se prepara mezclando el cultivo iniciador *huma* o *humao* (contiene bacterias y las levaduras *Debaryomyces hansenii* y *Saccharomyces cerevisiae*) con arroz glutinoso hervido y secado al aire en la proporción 1:100 y fermentado a temperatura ambiente. Después de 3-4 días de fermentación, la mezcla se transfiere al *khulu* (un cono de bambú) y se recoge el lixiviado o *judima* que es de color pálido a amarillo oscuro. Es empleada para multitud de enfermedades en la medicina tradicional del noreste de la India (RAY & al., 2016a).

Kachasu / Lukutu / Tototo: Bebida alcohólica fermentada de Zambia, Zimbabue, R. D. Congo, y Malawi que se prepara normalmente con maíz, pero también con mijo africano y hasta con frutos como cáscara de plátano o frutos silvestres de "masau" (*Ziziphus mauritiana*). Se fermenta con levaduras y bacterias BAL. Posteriormente es destilada llegando a tener un 9-41 % de etanol, (GADAGA & al., 1999; NYANGA & al., 2008; AHMED & al., 2019; WIKIPEDIA, 2021g).

Kaffir: En el sur de África se produce la cerveza bantú, cerveza de mijo o *kaffir*, una cerveza que rápidamente se ha industrializado. Elaborada con un tipo de sorgo llamado *Sorghum caffrorum* (HORNSEY, 2003). Es una cerveza muy nutritiva, de color castaño y sabor muy agrio que hace recordar la leche cortada. Las mujeres bantúes aprenden a hacerla antes de casarse. El contenido alcohólico es bajo, en torno al 3 % en volumen. En la fermentación intervienen levaduras y bacterias BAL (BLANDINO & al., 2003).

Kanji: Bebida alcohólica agria de color morado oscuro (Fig. 23). Se prepara a partir de remolacha roja (*Beta vulgaris*) o zanahoria morada (*Daucus carota* [subsp. *sativus*] var. *atrorubens*). La fermentación es natural y sucede en estado sumergido con el estérter *torani* que contiene bacterias y levaduras como *Hansenula anomala*. Se consume en la India, Pakistán e Israel (BLANDINO & al., 2003; NOUT & al., 2007; TAMANG & al., 2020).

Kaomak / Khao maak: Es una papilla (bebida semisólida) alcohólica y dulce de arroz que se elabora en Tailandia con el iniciador *loogpang*. De la selección de microorganismos efectivos para hidrolizar almidón, se encontró que dos cepas de hongos son de *Amylomyces* sp. y una cepa de levadura es *Endomycopsis* sp. y la otra es *Hansenula* sp. BLANDINO & al., (2003) citan también *Saccharomyces* sp. y LEE & al. (1999) mencionan además mohos de los géneros *Mucor* y *Rhizopus*.

Kecap: Líquido fermentado que se emplea como agente saborizante en Indonesia. Se elabora a partir de trigo y semillas de soja. Los agentes fermentadores son bacterias BAL y hongos como *Aspergillus oryzae*, *Hansenula* sp. y *Saccharomyces* sp. (BLANDINO & al., 2003).

Kiad lieh: Bebida destilada que obtiene la etnia *khasi* (noreste de la India) a partir de arroz, utilizando el cultivo iniciador *thiat* (TAMANG & al., 2012).

Kishk: Es una cerveza de Egipto que se prepara con trigo y leche. Intervienen en la fermentación bacterias BAL y no BAL y levaduras (ABOU-ZEID, 2016).



Fig. 23. Aspecto rojizo de la bebida alcohólica kanji. Fuente: <https://maayeka.com/2014/01/gajar-ki-kanji-carrot-kanji.html>



Kodo ko jaanr: Es la bebida fermentada alcohólica tradicional más común en las montañas de Darjeeling y Sikkim (Himalaya oriental), preparada a partir de semillas secas de mijo africano o mijo de dedo (*Eleusine coracana*), llamada localmente "kodo". Por otro lado, *jaanr* es un nombre común para todas las bebidas alcohólicas en nepalí. Durante el método tradicional de preparación de *kodo ko jaanr*, las semillas de mijo se limpian, se lavan y se cocinan durante unos 30 minutos en una cocina abierta. El exceso de agua se drena y se esparce sobre una estera hecha de bambú, localmente llamada *mandro*, para enfriar. Se espolvorea el cultivo iniciador *marcha* en una proporción del 1-2% sobre las semillas cocidas, se mezcla bien y se empaca en una cesta de bambú forrada con un helecho (*Thelypteris erubescens*) o con hojas de plátano, luego se cubre y se mantiene durante 2 a 4 días a temperatura ambiente para la sacarificación. Luego se transfiere a una olla de barro o a una cesta de bambú especialmente hecha para el proceso llamada *septu* en la que se fermenta durante 3-4 días durante el verano y 5-7 días en invierno a temperatura ambiente. Aproximadamente 200-500 g de *kodo ko jaanr* se colocan en un recipiente llamado *toongbaa* y se agrega agua tibia hasta el borde. Después de 10-15 min., el extracto de color blanco lechoso de *kodo ko jaanr* se sorbe a través de una paja de bambú estrecha llamada "pipsing" (http://bic.nehu.ac.in/Fermented_Food_Final/kodo%20ko%20jaanr.htm). La fermentación es realizada por bacterias BAL, mohos de *Mucor circinelloides* y *Rhizopus chinensis* y las levaduras *Pichia anomala*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida glabrata* y *Saccharomycopsis fibulifera* (THAPA & TAMANG, 2004).

Koha: Bebida alcohólica, similar a un vino, que se elabora a partir de frutos de kiwi (*Actinidia deliciosa*) y azúcar y se consume en Nueva Zelanda. Se fermenta por levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* (ALEXANDRAKI & al., 2013).

Kombucha / Té de hongo: La *kombuch* o *té kombunchaa*, conocida también como "té de hongo", "hongo chino", etc., hasta 84 nombres diferentes (FRANK, 2017), es un tipo de bebida fermentada que se obtiene a base de té negro, verde u *oolong*, endulzado con azúcar y una colonia de microorganismos que forman como una nata. Fue conocida como *Medusomyces gisevi* nombre dado en 1913 por el micólogo alemán Lindau (JAYABALAN & al., 2014), y que coloquialmente se llama "hongo del té", siendo el nombre más utilizado en España, que fue muy popular a mediados



Fig. 24. Aspecto de la kombucha con la capa superficial. Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Kombucha#/media/Archivo:Kombucha.jpg>.

del siglo pasado. La gente preparaba la bebida en casa, y después transmitía el hongo entre los familiares y vecinos (CALONGE, 1993). La bebida parece ser que se consume en China desde hace miles de años, y desde allí pasó a Rusia y luego a Alemania y al resto de Europa occidental a principios del siglo XX. La colonia de microorganismos que se forma se denomina SCOBY (acrónimo en inglés de Cultivo Simbiótico de Bacterias y Levaduras) apreciándose una especie de nata o capa superficial, la denominada "madre" (Fig. 24), constituida por una matriz de celulosa a la que se fijan los microorganismos fermentadores (Fig. 25). GREENWALT & al. (2000) indican en la revisión de su composición que intervienen en esta asociación simbiótica bacterias como *Acetobacter aceti*, *A. pasteurianus*, *A. xylinum*, *Gluconobacter* sp.; y levaduras como *Brettanomyces* sp., *Brettanomyces bruxellensis*, *B. intermedius*, *Candida* sp., *Candida famata*, *Mycoderma* sp., *Mycotorula* sp., *Pichia* sp., *Pichia membranifaciens*, *Saccharomyces* sp., *Saccharomyces cerevisiae* subsp. *cerevisiae*, *S. cerevisiae* subsp. *aceti*, *Schizosaccharomyces* sp., *Torula* sp., *Torulasporea delbrueckii*, *Torulopsis* sp., *Zygosaccharomyces* sp., *Zygosaccharomyces bailii* y *Z. rouzii*. AIDOO & al., 2006 señalan que las tres levaduras más importantes son *Brettanomyces* (56%), *Zygosaccharomyces* (29%) y *Saccharomyces* (26%). Por otro lado, SCHILLINGER & al. (2010) indican como microorganismos de la kombucha los siguientes: *Acetobacter xylinum*, *Brettanomyces bruxellensis*, *Brettanomyces* sp., *Candida stellata*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Saccharomyces* sp., *Schizosaccharomyces pombe*, *Torulasporea delbrueckii*, *Zygosaccharomyces kombuchaensis*, *Z. bailii*, *Z. bisporus*, *Z. microellipsoides*. En una revisión, JAYABALAN & al. (2014) recogen datos de muchos estudios señalando entre las bacterias más importantes especies de los géneros *Acetobacter* y *Gluconobacter*; y entre las levaduras a especies de los géneros: *Saccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Schizosaccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Brettanomyces* (anamorfo)/*Dekkera* (teleomorfo), *Candida*, *Torulosporea*, *Koleckera*, *Pichia*, *Mycotorula*, y *Mycoderma*, siendo las especies de *Zygosaccharomyces* las que forman más del 95 % de las levaduras. MARSH & al. (2014) analizan la composición microbiológica de la kombucha y recogen la dominancia de las especies de *Zygosaccharomyces*; otros géneros de levaduras que participan son: *Dekkera*, *Davidiella*, *Pichia*, *Walleimia*, *Lachancea*, *Leucosporidiella*, *Kazachstania*, *Kluyveromyces*, *Naumovozyma*, *Meyeromyza*, *Saccharomyces*, *Hansenias-*

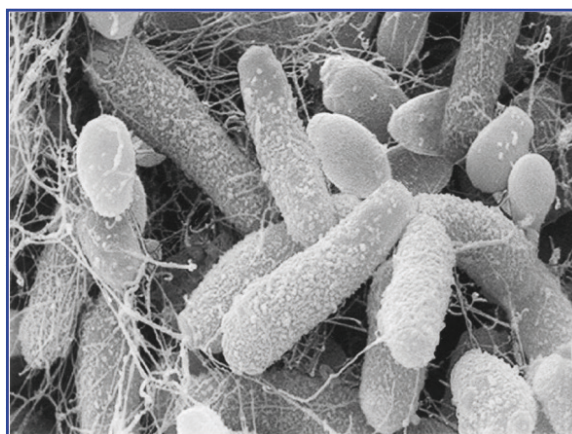


Fig. 25. Colonia de microorganismos de la kombucha al MEB, con bacterias (células alargadas) y levaduras (células cortas). Fuente: Greenwalt & al. (2000).

pora y otras. Por último, CHAKRAVORTY & *al.* (2019) analizan la abundancia de los componentes microbiológicos del *kombucha* que son 8 géneros de bacterias identificados y otras no identificadas y 26 especies de levaduras identificadas más otras sin identificar. El proceso de fermentación de estos microorganismos consiste en convertir la sacarosa (azúcar) en glucosa, fructosa, alcohol etílico (menos del 0,5 %), dióxido de carbono y ácido acético. Constituye una bebida ácida consumida desde tiempos inmemoriales, y se tiene por medicinal y profiláctica a la manera de los productos probióticos. ILLANA (2007), FRANK (2017), MARTÍNEZ-LEAL & *al.* (2018) y WIKIPEDIA (2019a), entre otros, recogen el proceso de elaboración, componentes y las ventajas e inconvenientes de su consumo. También se elabora industrialmente una bebida que parte del suero de la leche, en vez de té azucarado, obteniéndose un producto con etanol (5 g/l), ácido láctico y ácido acético (BELLOSO-MORALES & HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, 2003).

Kunun-zaki / Kunu: Es una bebida refrescante, popular, no alcohólica, que se consume en Nigeria, principalmente en el norte, por niños y adultos. También se utiliza como sustituto o complemento de refrescos y vinos en reuniones sociales. Por lo general, se emplean granos de mijo (*Pennisetum typhoides*) o de sorgo (*Sorghum bicolor*), aunque también usan maíz, arroz o trigo (ORANUSI & *al.*, 2003). La variedad de la bebida hecha de sorgo es de un color marrón claro, mientras que la que está hecha de mijo y maíz es de color blanquecino. Las semillas de grano se ponen a germinar y se muelen, luego se mezclan con batatas y jengibre o pimienta para formar una pasta suave. Esta pasta se divide en dos partes; una parte se coloca en un recipiente y se le vierte agua hirviendo, luego se agita para obtener una mezcla espesa, la otra parte de la pasta se agrega a esta mezcla y se agita un poco más. La mezcla se deja durante uno o dos días para que la cáscara de grano se asiente. Después de esto, se filtra y se embotella para el consumo. Inicialmente, existe una amplia gama de microflora pero, después de remojar la pasta, los mohos se eliminan, aumentan las bacterias, sobre todo las BAL, originando un aumento de la acidez durante el proceso que fomenta el crecimiento de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. La fermentación durante 8 h produce un producto aceptable (EFIUVWEWERE & AKONA, 1995).

Kwete/Kpete: Bebida alcohólica tradicional elaborada por la etnia *lugbara* de Uganda y R. D. del Congo. Se prepara mezclando sorgo fermentado, mijo o maíz malteado y agua hervida, junto con un cultivo iniciador, llamado *aku fi* que contiene varias levaduras, además de bacterias coliformes y BAL. Se vende en la zona del Nilo Occidental y se bebe en una calabaza llamada *icereke*, aunque ya se usan otros recipientes. Es un líquido espeso, agrídulce y color marrón claro (NAMUGUMYA & MUYANJA, 2009; WIKIPEDIA, 2019b).

Lambanog: Bebida alcohólica, similar al ponche o al vino, que se prepara a partir de savia de la palmera cocotera o de la palmera de manglar (*Nypa fruticans*) en Filipinas. La fermentación es realizada por levaduras (ALEXANDRAKI & *al.*, 2013).

Lohpani / Mingari: Bebida alcohólica elaborada por la etnia *monpa* del distrito Tawang (Arunachal Pradesh, la India). Se consume de forma regular y es preparada con mijo africano, cebada, maíz o arroz con el cultivo iniciador *pham* (SHRIVASTAVA & *al.*, 2020; TAMANG, 2020).

Lubisi: Vino de plátano maduro y sorgo que se consume en Uganda, similar a la *urwaga* de Kenia. Actualmente se ha mejorado tanto la higiene como la calidad del producto siguiendo un método industrial para hacer una bebida fer-

mentada, lo que implica la preparación de un mosto (que es un sustrato iniciador hervido), adición de una fuente comercial de levadura, fermentación bajo condiciones controladas (tiempo y temperatura), seguido de pasteurización para detener la fermentación. La bebida elaborada con este método tiene un sabor y una apariencia diferentes a la bebida "viva" producida por el método tradicional (MARSHALL & MEJÍA, 2012). Los plátanos tienen levaduras silvestres, aunque son poco conocidas, una que ha sido identificada es *Saccharomyces cerevisiae* (BATTCKOCK & AZAM-ALI, 1998).

Lugri/Aarak: Bebida alcohólica elaborada con cebada y un cultivo iniciador local por etnias de las regiones indias de Himachal Pradesh y Ladakh, así como en el Tibet (China) (TAMANG, 2010b; TAMANG, 2020).

Madhu: Licor destilado que se prepara con arroz y el cultivo iniciador *khekhrii* en la región india de Nagaland (TAMANG, 2020).

Malawa / Malwa: La cerveza de mijo, es conocida por otros nombres como cerveza bantú, *malwa* (Uganda), *ka-malwa* (en países del sur de África) y cerveza opaca, entre otros. Es una bebida alcohólica fermentada por la levadura *Candida krusei* (ODUNFA & OYEBWOLE, 1998), o no, por tener solo bacterias BAL como fermentadores (SOLANGE & *al.*, 2014), según como se prepare a partir de mijo malteado. En muy consumida en toda África. Su proceso de producción varía según las regiones. La cerveza de mijo varía en sabor y contenido alcohólico entre grupos étnicos. Se sirve en calabazas (Fig. 26). Otras cervezas de mijo se elaboran en Turquía, los Balcanes, Estados Unidos y en regiones de la etnia *ainu* (norte de Japón). Los granos de mijo se empapan en agua tibia hasta que brotan, con el objetivo de aumentar el contenido de maltosa en el grano. Luego se seca el mijo para detener el proceso de germinación. El grano malteado se pulveriza y se mezcla con agua. Esta mezcla se conoce comúnmente como "mosto". Este se hierve posteriormente para eliminar cualquier amenaza bacteriana. Una vez que el proceso de ebullición se completa y el mosto se enfría, se agrega la levadura. La mezcla se deja fermentar. Todo el proceso lleva cinco días. El contenido alcohólico oscila entre 1-8 % en volumen (WIKIPEDIA, 2021i).

Mangisi: Bebida tradicional de Zimbabue elaborada con harina de mijo malteado. En la fermentación actúan bacterias BAL, levaduras y mohos (ZVAUYA, & *al.*, 1997).

Mbege: Bebida alcohólica que se elabora con plátanos (*Musa* spp.) y mijo africano (*Eleusine coracana*) fermentados por parte de la etnia *chagga* de Tanzania que vive cerca del Kilimanjaro. Se añade como aditivo corteza del tronco del árbol de la quinina (*Rauvolfia caffra*). El proceso de fabrica-



Fig. 26. Mujer bebiendo malwa de una calabaza: <https://www.masaabachronicle.com/news/culture-2/malwa-africa-s-best-traditional-beverage>



ción de *mbege* es laborioso y requiere mucho tiempo, ya que la mayor parte del proceso se realiza a mano sin la ayuda de tecnología moderna. La fermentación es efectuada por una bacteria BAL y la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (KUBO & KILASARA, 2016; TAMANG & al., 2020; WIKIPE-DIA, 2020h).

Merisa / Merissa / Marissa: Es una bebida opaca tradicional fermentada y muy popular en Sudán del Sur y otros países de África. Su preparación tiene una larga tradición y parece hundir sus raíces en el Egipto faraónico junto con la *bouza*. Puede considerarse una cerveza de sorgo a base de *Sorghum bicolor*, pero también de *Andropogon sorghum* var. *sudanensis* (ahora *Sorghum drummondii*). Su elaboración involucra varios procesos a los que se someten los granos, tanto cocidos, crudos o malteados; con el fin de conseguir el proceso de fermentación, que puede ser de apenas siete horas. Inclusive, uno de los procesos de malteado se realizaba por las mujeres de la comunidad, quienes mascaban los granos y después los escupían para aprovechar el poder amilolítico de la saliva. Cabe señalar, que es probable que estas bebidas, en especial la *bouza* (y una variedad especial llamada *keshekab*) fueran reintroducidas en Egipto desde la Edad Media (siglos V al XV) por los barqueros nubios que remontaban el Nilo hacia el norte. Aunque es posible que también lo hiciesen en dirección contraria, hacia el África subsahariana, como parecen ejemplificarlo la *bia* y el *mbege*, cervezas de varias clases de mijo (*Pennisetum glaucum* y/o *Eleusine coracana*) en Tanzania, las cuales, curiosamente, aún se beben utilizando una pajilla, tal como figuran en varios relieves del Egipto faraónico (TABER, 2018) (Fig. 27). La *merisa* actual se elabora con mijo, sorgo y dátiles. El proceso de elaboración de la cerveza se ha descrito como complejo según los estándares de fabricación de cerveza occidentales con más de una docena de pasos. Su contenido en alcohol

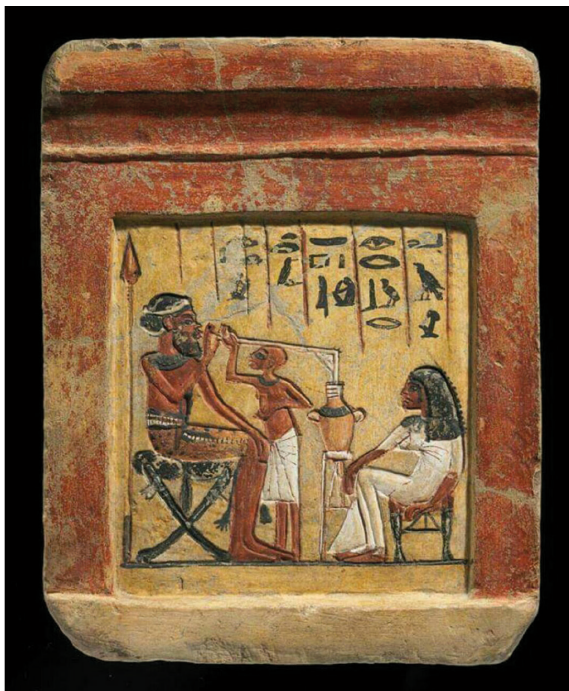


Fig. 27. Caliza tallada y policromada de 1353-1336 a.C. del reinado de Akhenatón, dinastía XVIII, representa a un soldado cananeo bebiendo cerveza con una pajilla. Fuente: Taber (2018).

es de hasta el 6% en volumen. La levadura fermentadora en Sudán es una especie de *Saccharomyces* (DIRAR, 1978; LYUMUGABE & al., 2012).

Mirin: Líquido alcohólico dulce y color ámbar que se usa como condimento, sobre todo para preparar salsas, en Japón. Se elabora con arroz glutinoso y un alcohol (*sake* destilado o *shochu*), con fermentación de *Aspergillus oryzae* y *A. usamii* (BLANDINO & al., 2003).

Munkoyo / Ibwatu: Bebida popular energética, agri dulce y fermentada que se prepara a partir de maíz y raíces machacadas de *Rhynchosia heterophylla* (con enzimas amilolíticas). Se consume en Zambia y Zaire; también se encuentra en países de África central como el Congo, donde se usa como bebida en ceremonias tradicionales y también como bebida común. La fermentación es realizada por bacterias BAL y levaduras de *Saccharomyces* en estado sumergido (ZULU & al., 1997; NOUT & al., 2007; PHIRI & al., 2019).

Napú: Bebida a base de maíz germinado, molido y fermentado. Es típica de Perú. En la fermentación intervienen levaduras (LORENCE-QUIÑONES & al., 1999).

Nareli: Bebida alcohólica que se elabora con la palmera cocotera (*Cocos nucifera*) en la India mediante la acción fermentadora de bacterias y levaduras (KUOFIE & al., 2020; TAMANG & al., 2020). En KUMARI (2016) se la considera una de las tres variantes del vino de palma llamado *toddy*, siendo las otras dos: la "sendi" que se obtiene de la palmera datilera silvestre (*Phoenix sylvestris*) y la "tari" de la palmera palmira (*Borassus flabellifer*).

Nasha: Bebida no alcohólica espesa que se consume en Sudán; se emplea como bebida y como alimento de destete para niños. Se prepara con sorgo y sorgo malteado. En la fermentación intervienen bacterias BAL y levaduras (AHMED & al., 2019).

Nchiangne: Licor destilado que se prepara con arroz rojo fermentado utilizando un cultivo iniciador llamado *khe-khrii* por la etnia *naga* en Purvanchal Himalayas (noreste de la India). Es similar al *zhuto* (TAMANG & al., 2012).

Obo / Hobo / Jobo: Bebida alcohólica, a modo de vino amarillo, que se prepara con frutos de jobo (*Spondias mombin*), una especie de ciruelas agrias, los cuales se fermentan con agua y piloncillo (azúcar moreno), junto con levaduras naturales de los frutos (WACHER-RODARTE, 1995). Es la bebida más tradicional y popular en los estados de Hidalgo y Veracruz (México).

Ogol: Es una bebida alcohólica fermentada que se considera un vino de miel silvestre. Se prepara con 500 g de miel, 400 ml de corteza pulverizada de mango nativo (*Blighia unijungata*) y 1,5 litros de agua fresca. Se fermenta con *Saccharomyces cerevisiae*. El vino resultante tiene entre 6-17 % de etanol en volumen. Se consume en Etiopía (TERAMOTO & al., 2005).

Ostoche: Bebida alcohólica a base de jugo de maíz y "pulque" o azúcar moreno. Es consumido en México. En la fermentación intervienen levaduras (LORENCE-QUIÑONES & al., 1999).

Otika: Cerveza opaca de color pardusco que se consume en Nigeria. Se prepara con sorgo y en la fermentación se ha encontrado una comunidad microbiana formada por bacterias y hongos predominando *Lactobacillus plantarum*, *Candida tropicalis* y *Saccharomyces cerevisiae*, pero también se encuentran *Saccharomyces* spp., *Candida krusei*, *Aspergillus* spp. y *Penicillium italicum* (ORIOLA & al. 2014).

Ou / Oh: Bebida alcohólica suave que se prepara con arroz y mijo usando dos cultivos iniciadores distintos, *ipoh* o *siye*, según las etnias *monpa*, *apatani*, *nishi* y *adi* del noreste de la India (TAMANG & al., 2012; TAMANG & al., 2020).

Pito: Es un tipo de cerveza elaborada a partir de maíz, mijo o sorgo fermentado. Se consume en la zona norte de Ghana, parte de Nigeria y en otros sitios de África occidental. Es realizada por pequeños productores, en forma casera y usualmente es servida en una calabaza llamada "porongo". Se puede beber caliente o fría. El *pito* caliente obtiene su calor del proceso de fermentación. Su contenido en alcohol es bajo (3%), y se puede conservar entre 2-7 días. Es de color pardo oscuro, su sabor es algo ácido y tiene sólidos en suspensión. No se vende embotellada o enlatada, sino directamente por el productor. La fermentación es producida por bacterias BAL y mohos de *Geotrichum candidum*, responsables del sabor ácido, y por levaduras de *Candida* sp. responsables de la fermentación alcohólica (ODUNFA, 1999).

Poko: Bebida no alcohólica que se consume por parte de la etnia *gorkha* del noreste de la India. Se elabora con arroz y un cultivo iniciador llamado *manapu* preparado con arroz, trigo y hierbas, sobre el que se desarrollan levaduras y mohos (TAMANG & al., 2012; TAMANG & al., 2020).

Pombé: Vino africano que se elabora a partir del zumo obtenido de la pulpa de plátanos verdes (*Musa × paradisiaca*); es ácida, nutritiva y poco alcohólica. Como levadura se emplea generalmente una harina tosca de sorgo que la contiene, se trata de *Schizosaccharomyces pombe*, la cual fue aislada por primera vez de una cerveza africana en 1893 por Paul Linder (JOSHI & al. 2021). También, según algunos autores (NOUT, 1981 in STEINKRAUSE, 1996), el término *pombé* se emplea en África para designar cualquier cerveza opaca hecha de sorgo, maíz o mijo, y procede del idioma suajili utilizado por etnias del este de África.

Pozol: Bebida ácida no alcohólica a base de masa de maíz nixtamalizado que se fermenta; el proceso de nixtamalización consiste en tratar los granos de maíz con una solución de óxido de calcio (al 0,5-2 % en peso) para después enfriarlo —se produce una reacción exérgica al pasar la cal viva, CaO, a cal apagada, Ca(OH)₂— y se lava para eliminar el pericarpio de los granos y el exceso de solución alcalina (RAMÍREZ-GUZMÁN, & al., 2019). Inicialmente se hacen unas bolas de masa fermentada de 70-170 g de peso que se envuelven en hojas de platanera, estas bolas se consumen como alimento. Es consumida por poblaciones indígenas y mestizas del sureste de México. Las bolas se diluyen en agua para producir una papilla que se adereza con cacao molido, sal o chile. Con ella se elabora una bebida que es consumida por las clases bajas en comidas, durante el trabajo o como refresco. El pozol ya era consumido por los mayas en la época prehispánica y sus descendientes siguen consumiéndolo al igual que otras muchas etnias como *lacandones*, *chamulas*, *zapotecos*, etc. La fermentación es realizada por bacterias, mohos y levaduras (BLANDINO & al., 2003). En cuanto a los hongos (mohos y levaduras), ULLOA & al., (1987) indican que se han aislado levaduras como *Geotrichum candidum*, *Trichosporon cutaneum*, *Candida krusei*, *C. guillermondii*, *C. parapsilosis*, *C. tropicalis*, *Hansenula fabiani*, *Kluveromyces fragilis*, *Saccharomyces cerevisiae* y mohos de *Cladosporium cladosporioides* o *C. herbarum*, *Monilia sitophola*, *Mucor rouxianus* o *M. racemosus*.

Puerh / Té rojo: Bebida obtenida por fermentación de hojas de té, de color rojo pardusco y con una fragancia agradable (*Camelia sinensis* var. *assamica*). Se consume en China. La fermentación es realizada por bacterias del género *Streptomyces* y los hongos *Aspergillus glaucus*, *Penicillium* spp., *Rhizopus* sp., *Blastobotrys adeninivorans* y *Saccharomyces actinoplanes* (JENG & al., 2007; ABE & al., 2008).

Pulque: Es una bebida fermentada tradicional consumida desde hace siglos en México y sur de Estados Unidos; además de en varios países hispanoamericanos. Se elabora a partir del jugo llamado aguamiel o hidromiel del maguey pulquero (*Agave salmiana* y *A. atrovirens*); otros magueyes usados son *Agave mapisaga*, *A. lehmannii*, *A. altissima* (LOYOLA-MONTEMAYOR, 1956; LAPPE-OLIVERAS & al., 2008) y *A. americana* (ESCALANTE & al., 2016) (Fig. 28). El pulque fue representado en relieves tallados en piedra por los nativos centroamericanos desde el año 200, pero se desconoce su origen, el cual se pierde entre leyendas y mitos prehispánicos. Existen estudios modernos que describen que su primer consumo data del siglo IV a.C. en el valle de Tehuantepeco o en el valle de Apan, donde fueron descubiertos raspadores en la zona arqueológica de Huapalcalco (Hidalgo). Algunos instrumentos prehispánicos para uso médico se han encontrado con rastros de pulque en Xochipala (Guerrero) y han sido datados entre 1200 a 900 a.C. Varios códices prehispánicos inmediatos a la Conquista representan los procedimientos de obtención del pulque, como el Códice Tudela. Las primeras referencias escritas del pulque son narradas por Hernán Cortés y Fray Bernardino de Sahagún; el primero lo menciona en su carta del 15 de octubre de 1524 dirigida al emperador Carlos I de España como el "pulque, es un vino que ellos beben", en referencia a los productos que se pueden obtener de la Nueva España; el segundo, describe dos tipos de pulque: uno llamado *ayuctli* o "pulque de agua" que se obtenía del cocimiento de miel, agua y la raíz de maguey y se servía como sustituto para evitar la embriaguez exagerada en las fiestas; el otro llamado *iztac utli* o "pulque blanco" era el pulque real que, como medicina, se recomendaba beber a las mujeres cercanas al parto y lactando. El nombre español de la bebida "pulque" es una mala interpretación española de *octli polihqui* (licor descompuesto), término náhuatl usado para describir un pulque demasiado fermen-

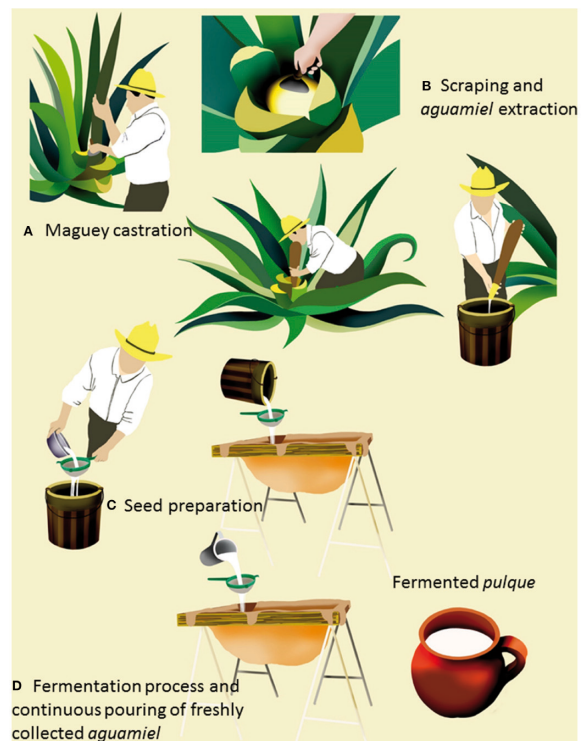


Fig. 28. Proceso de elaboración tradicional del pulque. Fuente: Escalante & al., (2016).



tado y causante de embriaguez rápida por su alto contenido alcohólico y no por estar en mal estado. En la zona central de México en lengua náhuatl se le conoce como *octli*. Durante el siglo XVI y parte del siglo XVII su consumo era, preferentemente, entre los indígenas y mestizos, pero las leyes de los indígenas se olvidaron rápido; se volvió muy popular entre todas las clases sociales.

A menudo se relaciona al pulque con el tequila y el mezcal o bacanora, por ser similares las especies vegetales a partir de las que se elaboran, así como sus formas de elaboración. El pulque se obtiene por medio de la fermentación del aguamiel de dos especies de maguey, *Agave salmiana* y *Agave atrovirens*, sin destilación, por lo que es semejante al vino y a la cerveza; su graduación alcohólica es del 4-6 % en volumen. Mientras que, el tequila y el mezcal son licores que se obtienen por la destilación de los corazones o piñas de los magueyes de *Agave tequilana* para el tequila y de *Agave angustifolia* para el mezcal, por lo que son licores espirituosos de alta graduación alcohólica. En países como Ecuador, Bolivia, Perú, Colombia y Venezuela se conoce una bebida muy similar llamada en lengua quechua *chaguarmishqui* que, al igual que el pulque, se obtiene del aguamiel del agave, planta que también se conoce en la zona como *maguey*, entre otros nombres (WIKIPEDIA, 2021n).

La fermentación es originada por bacterias BAL y no-BAL y por las levaduras *Saccharomyces cerevisiae*, *S. bayanus*, *S. paradoxus*, *Candida* spp., *C. parapsilosis*, *C. lusitanae*, *Kluyveromyces marxianus*, *K. lactis*, *Hanseniaspora uvarum*, *Pichia* spp., *P. guilliermondii* y *Torulaspota delbrueckii* (ESCALANTE & al., 2012). Se suele emplear como iniciador restos de la fermentación anterior que han quedado en la vasija fermentadora. Tanto el aguamiel como el pulque están considerados como prebióticos y probióticos según estudios modernos (LAPPE-OLIVERAS & al., 2008; ESCALANTE & al., 2012).

Quebrantahuesos: Bebida alcohólica a base de maíz tostado, zumo de caña de maíz verde y semillas del pirú (*Schinus molle*); además se añaden semillas de una planta llamada quebrantahuesos (*Mercurialis tomentosa*), de ahí su nombre. Se consumía y se consume en México en el estado de Guanajuato desde antes de la llegada de Hernán Cortés (ULLOA & ULLOA, 1973). En la fermentación intervienen levaduras (LORENCE-QUIÑONES & al., 1999).

Raksi: Licor destilado claro que se elabora con cereales y el cultivo iniciador *marcha* que contiene bacterias BAL, levaduras y mohos. Es consumido por la etnia *gorkha* del noreste de la India (TAMANG & al., 2012; TAMANG & al., 2020).

Ruou nep than: Bebida fermentada alcohólica elaborada a partir de arroz glutinoso que se cuece al vapor en una hoja de platanera en Vietnam, En la fermentación intervienen bacterias BAL, mohos y levaduras (NOUT & al., 2007). Similar es el *ruou nep chan* en el que se emplea arroz, maíz y yuca siendo espeso y fermentado, no destilado. Licores destilados son *ruou de* y *ruou nep* (TAMANG & al., 2020).

Ruhi: Licor destilado que se elabora con arroz y el cultivo iniciador *khekhrii* por parte de la etnia *naga* del noreste de la India (TAMANG & al., 2012; TAMANG & al., 2020).

Sahti: Bebida típica de Finlandia y según los primeros registros escritos su existencia se remonta al siglo XIV, aunque se han encontrado barricas de estilo tradicional finlandés a bordo de un barco vikingo hundido que datan del siglo IX. JACKSON (1977), en su gran obra sobre la cerveza, *The World Guide to Beer*, la definió como la única cerveza primitiva que ha sobrevivido en Europa Occidental. La *sahti* se fermenta a partir de diferentes tipos de granos, con y sin malta, incluyendo los más habituales de la cerveza como la cebada, el centeno, el trigo y la avena. A todos esos gra-

nos se les añade, para conseguir su típico sabor, bayas de enebro y lúpulo. En su fermentación se utiliza levadura de cerveza o pan. El sabor del producto final es, una vez fermentado, parecido al plátano porque las levaduras producen acetato de isoamilo. El porcentaje de alcohol ronda el 8% en volumen. Tradicionalmente, se elaboraba para ocasiones festivas como bodas de verano. Una costumbre parecida existe en Estonia, donde la cerveza es llamada *koduolu*. Tal y como sucedió en muchas otras culturas, las mujeres fueron las principales elaboradoras de cerveza en el pasado de Finlandia, y era habitual para una madre pasar su receta de *sahti* a sus hijas. Se sirve en una jarra de madera tradicional de dos asas llamada "haarikka" (THE BEER TIMES, 2021). (Fig. 29)

Sake / Cerveza de arroz: El sake es un elemento importante de la cultura nipona, es una bebida alcohólica (eso es lo que significa literalmente la palabra *sake*) que se elabora en Japón y que es muy popular en todo el mundo (Fig. 30). Aunque mucha gente se refiere a esta bebida como un tipo de vino, también se le llama *nihonshu* (literalmente vino ja-



Fig. 29. Jarra tradicional o haarikka de Finlandia para beber la shati. Fuente: <https://i1.wp.com/www.brewingnordic.com>



Fig. 30. Barriles de sake o cerveza de arroz, muy consumida en el este de Asia y otros continentes. Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Sake#/media/Archivo:Chokyutei05s3000.jpg>

ponés), al obtenerse por fermentación del grano de arroz, un cereal (y no de la uva, un fruto carnoso) se debe clasificar como un tipo de cerveza. Existen muchas variedades de esta bebida con diferente graduación, llegando a alcanzar en algunas marcas hasta los 20 grados de alcohol. El sake se obtiene de una infusión que se realiza a partir del arroz, aunque las enzimas que participan en la descomposición de este ingrediente no provienen de este alimento, sino que deben agregarse procediendo de un moho que se denomina *koji-kin*, que es *Aspergillus oryzae*, y que se obtiene cuando se cuece el arroz al vapor y se deja reposar. También interviene la levadura *Saccharomyces sake*, resistente al etanol, tolerando hasta un 20-30 % de alcohol. Se consume normalmente dentro de un año desde su producción, pues su sabor se deteriora (BHALLA & al., 2009).

Sato / Nam khao / Krachae: Bebida alcohólica producida tradicionalmente en la región de Isan (Tailandia). Esta bebida también se llama "vino de arroz", aunque debería denominarse cerveza de arroz, ya que se produce por la fermentación del arroz en grandes tarros. Su producción es ancestral. Se obtiene a partir de arroz glutinoso o arroz de perlas (*Oryza glutinosa*, un arroz de grano corto que se vuelve pegajoso al cocinarse), una mezcla de azúcar y cultivo iniciador, levadura y agua. El arroz hervido mezclado con el cultivo de fermentación azucarado, es conocido en tailandés como *loogpang*. Luego se agrega el agua y la fermentación continúa durante una semana. El contenido alcohólico alcanza los 15° y el sabor es bastante acre. También se destila el líquido resultante de la fermentación resultando un licor espirituoso (TAMANG, 2012).

Seketch: Bebida alcohólica fermentada de Nigeria que se prepara a partir de maíz. La fermentación es efectuada por bacterias, mohos como *Aspergillus niger*, *A. flavus* y *Mucor rouxii* y levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, *S. chevalieri* y *S. elegans* (BLANDINO & al., 2003).

Sendechó: Bebida alcohólica, similar a la cerveza, a base de maíz germinado y chile rojo. La masa se vuelve a suspender en agua, se hierve, se enfría y se inocula. Propia de México. En la fermentación intervienen levaduras (LORENCE-QUINONES & al., 1999).

Shaosinghiju: Tipo de cerveza elaborada con arroz que se consume en China. La levadura responsable es *Saccharomyces cerevisiae*, obteniéndose un líquido claro. Algunos lo consideran un vino, pero al emplearse un cereal, debe llamarse cerveza, si fuera un fruto carnoso sería un vino, independientemente de su espumidad (BLANDINO & al., 2003).

Sidra: Bebida alcohólica de baja graduación, desde el 2 % hasta un máximo del 8 % en volumen. Se elabora con el jugo fermentado de manzanas o peras. Entre los pueblos atlánticos era venerada por proceder de la manzana, como lo prueba el hecho de que en la mítica isla de Avalón (que en celta significa manzana) era la bebida de los héroes, es decir de los semidioses. Esta bebida ha sido desde siempre un producto de gran tradición en los países de la costa atlántica, sobre todo en España, Francia, Inglaterra, Irlanda, Bélgica, así como en Eslovenia y otros países de Europa central. La sidra se menciona, a principios del siglo IX, en el *Capitulare de Villis*, acta legislativa que organizaba el comercio, normas y sanciones en el imperio carolingio; así como el testamento de Ego Fakilo, del año 793, conservado en la catedral de Oviedo, en el cual se especifica que se entregan villas, bosques, viñas y manzanos para elaborar mostos y sidra. Hoy en día se trata de una bebida extendida por todo el mundo. La sidra se forma mediante transformaciones bioquímicas de los componentes del mosto de manzana y

de los productos resultantes de estos, llevadas a cabo por levaduras, bacterias lácticas y bacterias acéticas. La fermentación más relevante es la fermentación alcohólica de las levaduras. La segunda fermentación es la denominada maloláctica que produce importantes cambios sensoriales en la sidra, al llevarse a cabo una notable pérdida de acidez y un aumento de ciertos componentes volátiles. Además, este proceso bioquímico promueve una mayor estabilidad microbiológica (WIKIPEDIA, 2021o). La fermentación alcohólica es ocasionada por diversas cepas de levaduras sobre todo de *Saccharomyces cerevisiae* pero también se han encontrado otras levaduras, en distintas etapas de la fermentación, como *Saccharomyces bayanus*, *Hanseniaspora valbyensis*, *H. uvarum*, *H. osmophila*, *Pichia guilliermondii* y *Metschnikowia pulcherrima* (SUÁREZ & al., 2007).

Sing sing: Bebida alcohólica que se elabora en la India con cebada, siendo fermentada por levaduras (TAMANG, 2012; TAMANG & al., 2020).

Sochu / Shochu: Bebida alcohólica del Japón que se elabora con arroz liso, boniato, cebada, mijo o maíz. Una vez destilada alcanza una graduación del 25 % en volumen, más que el sake que tiene entre 15-20 %. Parece que llegó a Extremo Oriente desde Persia a través del imperio mongol. Se lleva elaborando desde el siglo XVI (WIKIPEDIA, 2020i). Los hongos responsables de la fermentación son *Aspergillus awamori*, *A. kawachii* y *Saccharomyces cerevisiae* (ALEXANDRAKI & al., 2013). Muy similar a este es el *soju* de Corea, otra bebida destilada con sabor a vodka.

Soju: Licor destilado elaborado con arroz fermentado por el cultivo iniciador *nuruk* en Corea (TAMANG, 2012; TAMANG & al., 2020). Es muy parecido al *sochu* japonés.

Sora: Bebida alcohólica a base de maíz germinado, molido, cocido y fermentado. Propia de Perú. En la fermentación intervienen levaduras (LORENCE-QUINONES & al., 1999).

Sura: Bebida alcohólica preparada con mijo africano con aplicación del cultivo iniciador *dhehli* en la India (TAMANG, 2012; TAMANG & al., 2020).

Takju / Makgeolli: Bebida alcohólica tradicional de Corea (Fig. 31); se considera que es la más antigua del país,



Fig. 31. Makgeolli coreano. Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Makgeolli/>



esta cerveza de arroz se elaboraba ya en la era de los Tres Reinos que existió entre el siglo I a.C. hasta el VII d.C. Se elabora a partir de una mezcla de arroz y trigo. El resultado es un líquido blanquecino y sabor dulce con un contenido alcohólico de 6,5-7 % en volumen. Se prepara mezclando arroz hervido, trigo y agua, con más trigo que arroz generalmente. Se empezó elaborando en las granjas, luego pasó a las ciudades en las que se ha convertido en una bebida muy consumida. También se usa en los ritos ancestrales de Corea. Tradicionalmente se sirve en un tazón grande de metal o madera del que se llenan tazas o cuencos individuales usando un cazo. Es una bebida similar al *choujiu* chino y al *nigori* (una variedad de *sake*) japonés. Como es una bebida sin filtrar, normalmente se agita o remueve antes de tomarlo, ya que la parte blanquecina tiende a asentarse en el fondo, dejando un líquido claro amarillo pálido encima (WIKIPEDIA, 2020). Se prepara mezclando los cereales (arroz, cebada, trigo) o boniato con el iniciador *nuruk*, el cual contiene mohos que hidrolizan el almidón a glucosa y después las levaduras fermentan la glucosa a etanol, las levaduras fermentadoras son *Saccharomyces cerevisiae* y *Hansenula anomala* (ALEXANDRAKI, & al., 2013). Tanto en el *takju* como en el *yakju* se han encontrado mohos de los géneros *Mucor*, *Rhizopus*, *Aspergillus* y levaduras de los géneros *Saccharomyces*, *Pichia*, *Candida*, *Hansenula* y *Torulopsis*, además de bacterias (KIM & al., 2010). Durante su preparación se forma un sobrenadante líquido llamado *yakju*. Contiene aproximadamente un 6% de alcohol en volumen. Investigaciones recientes informan que tiene efectos beneficiosos en ratas como la eliminación de radicales libres, antiinflamatorio, antihiper glucémico, etc. (KIM & al., 2011).

Tapai: Es una preparación tradicional fermentada de arroz u otros alimentos ricos en almidón, que se consume en gran parte de Asia oriental y suroriental. El nombre de *tapai* se refiere tanto a la pasta alcohólica como a la bebida alcohólica derivada de ella. Tiene un sabor agrídulce y puede comerse tal como está, como ingrediente para recetas tradicionales, o fermentarse más para hacer cerveza de arroz (que en algunas culturas también se llama *tapai*). Se hace tradicionalmente con arroz blanco o arroz glutinoso (tiene muy poca amilosa y mucha amilopectina), pero también se puede obtener a partir de una variedad de fuentes de carbohidratos, incluyendo la yuca y la batata o boniato (*Ipomoea batatas*). La fermentación se realiza mediante una variedad de mohos que incluyen *Aspergillus oryzae*, *Rhizopus oryzae*, *Amylomyces rouxii* o especies de *Mucor*, y levaduras como *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomycopsis fibuliger*, *Endomycopsis burtonii* y otras, junto con diversas bacterias. Se elabora inoculando un cultivo iniciador a una fuente de carbohidratos. El proceso consiste en lavar y cocinar el alimento deseado, enfriarlo a aproximadamente 30 °C, mezclarlo con un poco de cultivo iniciador en polvo y dejarlo reposar en frascos, llamados "tapayanes", cubiertos durante uno o dos días. Según la fuente de carbohidratos (arroz blanco, arroz glutinoso o yuca) que se emplee y el país en que se elabore, el *tapai* recibe diferentes nombres; en Filipinas, según las etnias: *tapuy* (por los *igorot*), *binuburan* (por los *ifugao*) y *krachae* (por los *thai*) (AIDOO & al., 2006); aunque se fermentan con el mismo iniciador *bobod*. (WIKIPEDIA, 2021r; TAMANG & al., 2020).

Tchoukoutou: Es una bebida alcohólica tradicional, tipo cerveza opaca, producida en Benín. La materia prima más utilizada es el sorgo, sobre todo la especie de sorgo rojo (*Sorghum bicolor*). Pero otras fuentes de almidón, como el mijo y el maíz, pueden utilizarse en sustitución parcial o total. Es preparada por mujeres que utilizan varias operaciones.

En general, como en el caso de las cervezas convencionales (cervezas lager), la elaboración se realiza en tres fases: malteado, elaboración y fermentación. El último paso en la producción de cerveza es la fermentación que dura 10-11 horas. Está asegurada por la adición al mosto de un fermento natural o estárter, el *kpètè-kpètè*, obtenido durante una producción previa de *tchoukoutou* (KAYODÉ & al., 2005). La especie fermentadora principal es *Saccharomyces cerevisiae*, aunque también están presentes, por orden de abundancia: *Candida albicans*, *Torulaspota delbrueckii*, *Saccharomyces pastorianus*, *Candida kunwiensis*, *Dekkea anomala* y *Candida etchellsii* (KAYODÉ & al., 2011). Cabe señalar que hay otra bebida local que es menos alcohólica que el *tchoukoutou*, es el *chakpalo*. Estas dos bebidas locales difieren en apariencia y sabor. La bebida *tchoukoutou* es opaca (turbia) y ácida, mientras que la bebida *chakpalo* es fluida, clara y ligeramente dulce.

Tej: Es un tipo de vino de miel o hidromiel que se consume en Eritrea y Etiopía. Se condimenta con hojas y ramitas del "espino cerval de hoja brillante" o *gesho* (*Rhamnus prinoides*), y ahumándola con madera de olivo africano (*Olea africana*) a modo de saborizantes con una función similar al lúpulo en la cerveza. Se consume en un recipiente especial con forma de matraz llamado *berelé*. (Fig. 32) Tiene un contenido en alcohol de 7-11 % en volumen. Existe una versión más dulce y menos alcohólica llamada *berz* (WIKIPEDIA, 2021s). Las principales especies de levaduras aisladas son *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces bulgaricus*, *K. veronae* y *Debaromyces phaffii*. También contiene bacterias BAL (LEMI, 2020).

Tella / Talla: Es una bebida tradicional de Etiopía y Eritrea. Se elabora a partir de diversos granos, normalmente *teff* (*Eragrostis tef*) y sorgo, pudiendo intervenir maíz y trigo. Dependiendo de la región, pueden utilizarse la cebada, el



Fig. 32. Berelé conteniendo tej en Etiopía. Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Tej#>

trigo o el maíz, a la que también pueden añadirse especias. El grano se seca y posteriormente se muele. Hojas de "espino cervical de hoja brillante" o *gesho* (*Rhamnus prinoides*) se utilizan para la fermentación. Debido a la adición de pan y al uso de un recipiente de fermentación previamente ahumado sobre madera la bebida puede tener un sabor ahumado. El contenido de alcohol, después del filtrado suele ser usualmente alrededor de 2,4 % en volumen. La *tella* es a menudo elaborada y consumida en las casas, aunque puede ser ofrecido en negocios similares a un bar. La principal levadura fermentadora es *Saccharomyces cerevisiae* (LEE & al., 2015), existiendo otras especies de *Saccharomyces* y bacterias de *Lactobacillus* spp. (LEMI, 2020).

Tepache: Bebida alcohólica que originalmente se preparaba a base de granos de maíz, azúcar moreno y agua. Su origen se remonta a la época prehispánica; su nombre se cree que procede del nahuatl *tepiatzin* (bebida de maíz) o de *tepachoa* (moler o prensar con una piedra). Es consumida en los estados del centro de México. Hay diversas formas de prepararlo; pero actualmente se efectúa con piña, manzana, naranja y otras frutas, que se ponen a fermentar con azúcar moreno o piloncillo en barriles de madera llamados "tepa-cheras" y se tapan con una manta. Después de uno o dos días la bebida es refrescante, dulce y agradable, pero con el tiempo se vuelve embriagante y luego se avinagra. En la fermentación intervienen bacterias y las levaduras *Candida queretana* (ahora *Candida boidinii*), *Pichia membranifaciens*, *Saccharomyces cerevisiae* y *Torulopsis inconspicua* (ahora *Candida inconspicua*) (GODOY & al., 2003; RAMÍREZ-GUZMÁN, & al., 2019).

Tesgüino / Tejuino: Bebida fermentada, similar a la cerveza, a base de maíz germinado, con fragmentos de plantas que sirven como fuentes de enzimas. Es consumida por muchas etnias de México, sobre todo del norte, en eventos sociales y religiosos; así como en las llamadas "tesgüinadas" que son reuniones en las que se toman decisiones importantes de tipo económico o político. El proceso de elaboración de la bebida varía de un grupo étnico a otro, aunque generalmente se hace con granos de maíz germinados en la oscuridad, que son molidos en metate (mortero de piedra de forma rectangular) y cocidos en suficiente agua durante varias horas hasta obtener un *atole* (ver esta bebida) amarillento que, una vez frío, se cuela. Algunos grupos le añaden frutos de madroño, jugo de maguey o jugo de caña de maíz. El líquido recuperado se vacía en ollas tesgüíneras, se le adiciona el catalizador o fortificador (son diversas plantas como *Stevia serrata*, *Datura meteloides*, etc.) y se deja fermentar de 1 a 10 días o más. Es importante señalar que las ollas tesgüíneras nunca se lavan porque presentan adheridos a sus paredes residuos de fermentaciones previas. El tesgüino no se filtra ni pasteuriza, por lo que contiene los microorganismos vivos que producen la fermentación, las sustancias metabolizadas por ellos y los residuos de los vegetales utilizados. El tejuino se bebe con poca fermentación y es de color naranja pardusco y el tesgüino con la fermentación completa por lo que es mucho más fuerte y es de color blanquecino. (TABOADA, 1997; WIKIPEDIA, 2021t). La fermentación de tipo láctica-alcohólica-acética es realizada por bacterias, levaduras y mohos (BLANDINO & al., 2003). ULLOA & al., (1987) indican que intervienen bacterias de cuatro géneros y levaduras y mohos de los géneros *Saccharomyces*, *Candida*, *Cryptococcus* (teleomorfo *Filobasidiella*), *Hansenula*, *Brettanomyces*, *Pichia*, *Geotrichum* y *Penicillium*.

Themsing: Bebida alcohólica preparada por la etnia *monpa* del distrito de Tawang (la India). Es preparada con mijo de dedo o cebada o mezcla de ambos cereales. Se su-

pone que intervienen levaduras (SHRIVASTAVA & al., 2012; TAMANG & al., 2020).

Thumba: Bebida elaborada con mijo en el este de la India. Las semillas se hierven y, después de enfriar, se inoculan con una levadura. El mijo se fermenta durante unos 10 días en secciones de bambú, tiempo durante el cual, con frecuencia, se le da la vuelta. El inóculo se vende en bazares en forma de pequeñas tortas mezcladas con las raíces molidas de una planta de la selva. Una vez completada la fermentación, el licor sobrenadante es removido y después se enfría. La levadura involucrada es *Endomycopsis fibuliger* (HESELSTINE, 1965).

Togwa / Mahewu: Papilla diluida o bebida fermentada no alcohólica y espesa que se prepara con maíz y sorgo o malta de mijo de dedo en una olla de barro. La papilla se cubre y se coloca al sol durante dos o tres días para que fermente. Se consume en Tanzania (como *togwa*) y Zimbabue (como *mahewu*), donde se bebe sola o con un poco de azúcar (HAPPYBELLYFISH, 2020). En el proceso predominan las bacterias del ácido láctico y las levaduras; entre éstas las más abundantes son *Issatchenkia orientalis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida pelliculosa* y *Candida tropicalis* (MUGULA & al., 2003).

Ulanzi: Vino de bambú que se elabora en África oriental y meridional a partir de savia de tallos de bambú jóvenes fermentada con levaduras naturales durante cinco a doce horas. Es una bebida alcohólica, dulce y blanquecina; siendo de vida relativamente corta (BATTCKOCK & AZAM-ALI, 1998).

Umqombothi: Es una cerveza africana de maíz, malta de maíz, malta de sorgo, levadura y agua. Se prepara comúnmente en Sudáfrica. Es muy rica en vitaminas del grupo B. La cerveza tiene un contenido de alcohol bastante bajo (generalmente menos del 3% en volumen) y se sabe que tiene un aroma fuerte y un sabor claramente ácido. En apariencia, la cerveza es opaca y de color tostado claro. Tiene una consistencia espesa, cremosa y arenosa (por los trocitos del maíz) (Fig. 33). Se elabora siguiendo las costumbres tradicionales y éstas varían ligeramente entre regiones. La receta a menudo se transmite de generación en generación. La cerveza se prepara tradicionalmente sobre un fuego fuera de la casa. Luego se enfría pasivamente a temperatura ambiente. Los ingredientes se mezclan en una olla de hierro fundido, conocida como "potjie" en Sudáfrica. Se añaden cuatro medidas de agua tibia y la mezcla se deja toda la noche para que fermente. Se retira una pequeña porción del mosto y se pone a un lado. El puré restante se cuece



Fig. 33. Umqombothi, cerveza zulú. Fuente: <https://www.the-southafrican.com/food/recipes/how-to-make-umqombothi/>



hasta que se forma un sedimento crujiente. Este producto se conoce como *isidudu* y se puede comer como una papilla. Al hacer la cerveza, el *isidudu* se deja enfriar por un día. Después de que la mezcla se haya enfriado, se vierte en una gran tina de plástico. El mosto que se reservó se agrega a la tina. Un puñado de malta de sorgo y un puñado de malta de maíz se agregan a la tina. La mezcla se agita con una cuchara tradicional para batir llamada "iphini". La cuba está cubierta con una tapa y una manta (para retener el calor). La tina se pone en un lugar cálido durante la noche, para fomentar la fermentación. Una vez que la cerveza se ha colado, se vierte en un gran tambor comunal conocido como "gogogo". Está listo para compartir con amigos y familiares. Se usa para celebrar la llegada de jóvenes varones a adultos, conocidos como *abakwetha* en la cultura xhosa, después del *ulwaluko* (iniciación y circuncisión religiosa masculina). Esta cerveza desempeña un papel muy importante cuando alguien se pone en contacto con sus antepasados, los *amadlozi*, y desempeña un papel central en el contexto social, por lo que a menudo se utiliza durante bodas, funerales e *imbizos* (reuniones tradicionales) habituales (WIKIPEDIA, 2021w). Se fermenta por levaduras naturales. Un estudio reciente encontró que el sorgo y el maíz utilizados como ingredientes en la *umqombothi* a menudo están contaminados por mohos productores de micotoxinas como *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp. y *Mucor* spp. Aunque la cerveza terminada no está contaminada con hongos, el 33% de la cerveza de sorgo elaborada comercialmente contenía aflatoxinas y el 45% de las cervezas de elaboración casera contenían zearalenona y/o ocratoxina A en el producto final. Esta intoxicación se relaciona con una alta tasa de cáncer de estómago en una provincia sudafricana (ODHAV & NAICKER, 2002).

Vinagre: El vinagre es un condimento líquido. Existen varios tipos, uno de ellos es la *sirca*, un vinagre que se elabora en Pakistán a partir de melaza de caña de azúcar o de granos. Intervienen en la fermentación bacterias de *Acetobacter* sp. y levadura de *Saccharomyces cerevisiae* (ALEXANDRAKI & al., 2013). Mientras que el *vinagre* internacional se obtiene a partir de vino o de otros sustratos que tengan algo de azúcar y en cuya fermentación se encuentran diversas especies de bacterias de *Acetobacter* y las levaduras *Candida lactis-condensis*, *C. stellata*, *Hanseniaspora valbyensis*, *H. osmophila*, *Saccharomycodes ludwigii*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Z. bisporus*, *Z. lentus*, *Z. mellis*, *Z. pseudorouxii* y *Z. rouxii* (SOLIERI & GIUDICI, 2008; SENGUM & KARABIYIKLI, 2011).

Vino: Existen evidencias arqueológicas sobre los primeros vinos de uva en la zona entre Georgia e Irán (Monte Zagros), que datan del 8000-5000 a.C. Y los primeros cultivos de *Vitis vinifera* se datan en la edad del Bronce, alrededor del 6000 a.C. en una zona entre Oriente Medio, Sumeria y Egipto (WIKIPEDIA, 2021f). El cultivo de la vid se ha asociado a lugares con un clima mediterráneo, no en vano, la mitad de la producción mundial de vino la concentran tan solo tres países mediterráneos: Italia, Francia y España. Se da el nombre de "vino" únicamente al líquido resultante de la fermentación alcohólica, total o parcial, del zumo de uvas, sin adición de ninguna sustancia. En muchas legislaciones se considera solo como vino a la bebida fermentada obtenida de *Vitis vinifera*, pese a que se obtienen bebidas semejantes de otras especies como la *Vitis labrusca*, *Vitis rupestris*, etc. Siendo un poco menos estricto se entiende por vino a todo líquido resultante de la fermentación de un fruto carnoso, siendo muchas las frutas que se emplean como materia prima para obtener un vino. Es tal la importancia económica

del vino que su estudio ha dado origen a dos disciplinas: el estudio de la planta o ampelología y el estudio del proceso de obtención del vino o enología. Los vinos empezaron a tener las características modernas hacia el siglo XVII (SOLEAS & al., 1997).

La elaboración del vino es un proceso complejo, no solo desde el punto de vista microbiológico, sino también bioquímico, con la transformación del mosto en vino por la actividad metabólica de las levaduras, en particular *Saccharomyces cerevisiae*. El proceso metabólico clave que se produce es la vía catabólica de fermentación alcohólica, que implica la conversión de las hexosas presentes en el mosto de uva en etanol y dióxido de carbono. Además, otros compuestos inician cambios importantes en las propiedades organolépticas del vino. En el vino, la fermentación maloláctica tiene lugar después de la fermentación alcohólica, siendo producida por bacterias lácticas. Esta segunda fermentación reduce la acidez y ajusta el perfil sensorial del vino, lo que hace de este un proceso indispensable en la elaboración de muchos vinos, especialmente tintos. También hay vinos especiales disponibles en el mercado, todos los cuales han surgido del proceso de elaboración del vino, como los vinos espumosos y los vinos añejados biológicamente. Ambos han pasado por una larga y única producción que se caracteriza por su desarrollo a través de dos fases principales; en el caso de los vinos espumosos, existen dos procesos de fermentación y un período de crianza con levadura, y en el caso de los vinos con crianza biológica, un proceso biológico que implica el metabolismo oxidativo de la levadura. (RODRIGUEZ-BENCOMO & al., 2012).

No existe unanimidad sobre la clasificación de los vinos. Se suelen diferenciar por su origen geográfico, variedad de uva o proceso de fermentación y maduración. Además, están los vinos de frutas, muy variados en función de la o las frutas utilizadas en la fermentación y de los aditivos. Las frutas más empleadas se muestran, con porcentaje de uso, en la Fig. 34 (JOSHI & al., 2017), aunque hay otras muchas que son utilizadas a nivel casero o en pequeña escala industrial como: piña, jaca, mora, higo, grosella, granada, guayaba, kiwi, melón, membrillo, níspero, ciruela, albaricoque, etc. (JOSHI & al., 2017).

La levadura más común generalmente asociada con la elaboración del vino es *Saccharomyces cerevisiae*, Otros gé-

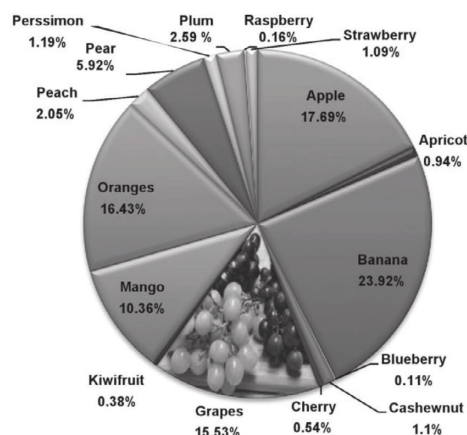


Fig. 34. Tipos de frutas que se emplean en el mundo para hacer vinos con su porcentaje de uso. Fuente: Joshi & al., (2017).

neros de levadura que pueden participar en la elaboración del vino (ya sea de manera beneficiosa o como la causa de posibles fallos, por lo tanto, indeseables) incluyen: *Brettanomyces* (su teleomorfo es *Dekkera*), *Candida* (ahora en teleomorfos diversos como *Pichia*, *Metschnikowia*, *Issatchenkia*, *Torulaspota* y *Kluyveromyces*), *Kloeckera* (su teleomorfo es *Hanseniaspora*, algunas especies son inhibidoras de *Saccharomyces cerevisiae*), *Saccharomycodes*, *Schizosaccharomyces* (la única levadura de vino que se reproduce por fisión), *Zygosaccharomyces*, *Aureobasidium*, (particularmente la especie llamada "levadura negra" de *Aureobasidium pullulans* que se encuentra en bodegas húmedas y que puede contaminar el vino añejo de las barricas WIKIPEDIA (2021x).

En un estudio completo en el que se ha utilizado ADN de los microorganismos de la superficie de la uva, se identificaron 52 especies de levaduras de los siguientes 22 géneros: *Aureobasidium*, *Auriculibuller*, *Brettanomyces*, *Bulleromyces*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Hanseniaspora*, *Issatchenkia*, *Kluyveromyces*, *Lipomyces*, *Metschnikowia*, *Pichia*, *Rhodospiridium*, *Rhodotorula*, *Saccharomyces*, *Sporidiobolus*, *Sporobolomyces*, *Torulaspota*, *Yarrowia*, *Zygoascus* y *Zygosaccharomyces*. Otras investigaciones encontraron especies de los géneros *Hansenula* y *Saccharomycodes* (BISSON & WALKER, 2015).

Vino de naranjo criollo: Bebida alcohólica fermentada que se prepara con jugo de naranja criolla (*Citrus sinensis*) en Colombia. Se emplean levaduras para la fermentación (OLIVERO & al., 2011).

Vino de palma: Es una bebida alcohólica creada a partir de la savia de varias especies de palmeras, como la palmira (*Borassus* spp.), la palmera lala (*Hyphaene coriacea*), la palmera datilera (*Phoenix dactylifera*) y la palma de coco (*Cocos nucifera*). En África se emplean la palmera datilera silvestre (*Phoenix sylvestris*), la palma sagú (*Caryota urens*) y el coyol (*Acrocomia vinifera*), o a partir de la palmera africana de aceite (*Elaeis guineense*), en este caso se llama **ngasi** en la R. D. del Congo; o de palmas de rafia (*Raphia* spp.) llamado **dibondo**, entre otras. Es conocido por distintos nombres en diferentes regiones, entre ellos: **tari** en Bangladesh, **tuak** en Indonesia (Fig. 35), **toddy** en Malasia y la India, **vino de coyol** en Centroamérica, **emu** en Nigeria y otros países de África occidental, que es consumido en celebraciones matrimoniales y fiestas populares (ADESULU-DAHUNSI & al., 2019), y **tuba** (suele llevar añadido frutas carnosas o frutos secos) en México, Filipinas y Marianas. Su consumo es común en varias partes de Asia, África, El Caribe, América del Sur y Micronesia. La savia es recogida por una especie de resinero que trepa a las palmeras. Normalmente, la savia se recoge de la flor cortada de la palmera. Un recipiente se sujeta al tocón de la flor para recoger la savia. El líquido blanco que inicialmente se recolecta tiende a ser muy dulce y no alcohólico antes de fermentarse. La savia de la palma comienza a fermentar inmediatamente después de la recolección, debido a las levaduras naturales (a menudo estimuladas por la levadura residual que queda en el recipiente de recolección); se citan en el *emu* las siguientes: *Saccharomyces cerevisiae* y *Schizosaccharomyces pombe* (ODUNFA & OYEWOLE, 1998). En dos horas, la fermentación produce un vino aromático y dulce con un contenido de alcohol de hasta el 4% en volumen. Se puede permitir que el vino fermente por más tiempo, hasta un día, para producir un sabor más fuerte, más ácido y que algunas personas prefieren. La fermentación más larga produce vinagre en lugar de vino más fuerte. La refrigeración prolonga la vida útil de las bebidas, al igual que una variedad de especias, que también contribuyen al sabor. El vino de palma es destilado en muchos lugares

obteniéndose distintos licores (WIKIPEDIA, 2021). Otro vino de palma diferente es la **chicha de chonta**, aunque se fermentan los frutos de la palma de chonta o pejibaye (*Bactris gasipaes*). Se consume en gran parte de Latinoamérica. Los frutos se pelan, se cuecen y se hacen puré para después fermentarlos (MARSHALL & MEJÍA, 2012).

Vino de rosella: Bebida alcohólica fermentada a base de cálices de rosella o rosa de Abisinia (*Hibiscus sabdariffa* var. *sabdariffa*), azúcar y agua. Se consume en Filipinas. La fermentación es realizada por la levadura *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus* (ALEXANDRAKI & al., 2013). En otros países añaden frutas como por ejemplo papaya (*Carica papaya*), en Nigeria, y fermentando con *Saccharomyces cerevisiae* (OKORO, 2011).

Vino de pino y mezquite: Bebida alcohólica que se prepara con la corteza interna de ramas de pino (*Pinus* spp.) y agua que se dejaba fermentar. A veces también se añadía corteza interna de mezquite (*Prosopis juliflora*). Fray Bernardino de Sahagún escribió que la corteza interna del mezquite era empleada para hacer vino por muchos pueblos de Mesoamérica boreal. Se fermenta por levaduras naturales. (WACHER-RODARTE, 1995; GODOY & al., 2003).

Vino de piña: Bebida alcohólica que se elabora con piña americana (*Ananas comosus*) en Angola. Al prepararse con una fruta azucarada se debe considerar un vino. La fermentación es realizada por las levaduras *Hanseniaspora opuntiae*, *H. uvarum* y *Meyerozyma guilliermondii*, principalmente (DELLACASSA & al., 2017).

Vino de zarzaparrilla: Bebida alcohólica a base de cerveza de maíz y corteza del rizoma de la zarzaparrilla blanca o amarilla (*Smilax aristolochiifolia*) y de la zarzaparrilla roja o negra (*Smilax morenensis*), esta última es la que se conside-

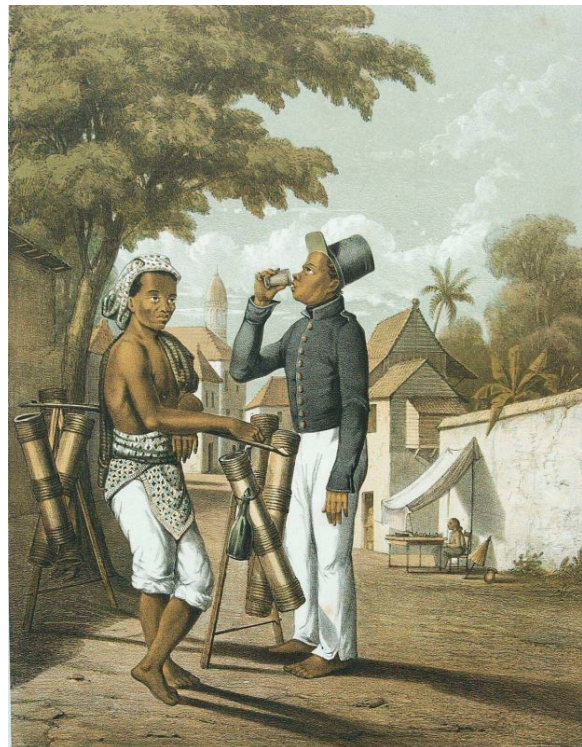


Fig. 35. Soldado nativo bebiendo tuak en Sumatra (1854). Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Palm_wine#/



Fig. 36. Zambumbia, bebida refrescante elaborada con caña de azúcar. Fuente: J. Mucira en Pixabay. <https://el-diariiony.com/>

ra la fuente del rizoma original (MARTÍNEZ-SÁNCHEZ & *al.*, 2019). Es propia del estado de Veracruz (México). Del puerto de Veracruz se distribuyó al resto del mundo. Se considera que es la antecesora de las bebidas de cola, por su color oscuro. Al no emplearse un fruto carnoso debería considerarse una cerveza más que un vino cuando se fermenta con algún cereal. Su contenido alcohólico apenas alcanza un 3 % en volumen. Se fermenta por levaduras naturales.

Yu: Bebida destilada desde la bebida fermentada *atingba* que se elabora con el iniciador *hamei* sobre arroz. Es consumida por la etnia *meitei* del noreste de la India (JEYARAM & *al.*, 2009; TAMANG & *al.*, 2012; TAMANG & *al.*, 2020).

Zambumbia / Sambumbia: Es una bebida alcohólica refrescante (Fig. 36) que se prepara con miel de caña de azúcar y agua en Cuba, probablemente sea originaria de África. Cuando se le agrega ají picante recibe la denominación de *frucanga*. Esta bebida fermentada que se consume desde el siglo XVIII aún forma parte de la gastronomía tradicional mexicana. Allí se compone con distintos ingredientes, que pueden incluir el maíz, la cebada, la cáscara de piña, la manzana, la naranja, la guayaba y otros. En México se prepara con cebada tostada y agua, fermentada durante 3-4 días, después de lo cual se agrega azúcar moreno. En la fermentación intervienen levaduras (LORENCE-QUIÑONES & *al.*, 1999; QUINTERO-SALAZAR & *al.*, 2012).

Zu: Licor destilado claro que se obtiene desde un arroz fermentado con bacterias BAL y levaduras. Es preparado por la etnia *dimasa* del noreste de la India, utilizando el cultivo iniciador *humao* (TAMANG & *al.*, 2012; TAMANG & *al.*, 2020).

Zutho / Zhuchu: Bebida alcohólica fermentada y tradicional, consumida por las tribus *naga* del noreste de la India, contiene un 5 % de etanol y un aspecto blanco lechoso. Se prepara a partir de arroz, y éste es fermentado por la levadura *Saccharomyces cerevisiae* presente en el cultivo iniciador *khekhrii* (TAMANG & *al.*, 2012; TAMANG & *al.*, 2020).

REFERENCIAS

ABE, M., N. TAKAOKA, Y. IDEMOTO, C. TAKAGI, T. IMAI & K. NAKASAKI (2008). Characteristic fungi observed in the fermentation process for puerh tea. *Int. J. Food Microbiol.* 124: 199-203.

ABOU-ZEID, N.A. (2016). Review of Egyptian cereal-based fermented product (kishk). *Int. J. Agr. Innov. Res.* 4(4): 600-609.

ABRIOUEL, H., J.M. PALOMINO, N. BENOMAR, R. LUCAS, A. GÁLVEZ & M. MARTÍNEZ-CAÑAMERO (2008). Estudio microbiológico de los alcázaros fermentados industrialmente en la provincia de Jaén: 1-47. En: *Proyectos de Investigación (2006-2008)*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén. Jaén.

ABRIOUEL, H., N. BENOMAR, R. LUCAS & A. GÁLVEZ (2011). Culture-independent study of the diversity of microbial populations in brines during fermentation of naturally-fermented 'Aloreña' green table olives. *Int. J. Food Microbiol.* 144: 487-496.

ADEBO, O.A., P.B. NJOBEH, J.A. ADEBIYI, S. GBASHI, J.Z. PHOKU & E. KAYITESI (2017). Fermented pulse-based food products in developing nations as functional foods and ingredients: 77-101. In: HUEDA, M.C. (ed.). *Functional Food. Improve Health through Adequate Food*. IntechOpen. London.

ADESULU-DAHUNSI A.T., S.O. DAHUNSIB & A. OLAYANJU (2019). Synergistic microbial interactions between lactic acid bacteria and yeasts during production of Nigerian indigenous fermented foods and beverages. *Food Control*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106963>.

ADINSI, L., G. VIEIRA-DALODÉ, A., N.H. AKISSOÉ, V.B. ANIHOVI, C. MESTRES, A. JACOBS, N. DLAMINI, D. PALLET & *al.* (2014). Processing and quality attributes of gowe: a malted and fermented cereal-based beverage from Benin. *Food Chain* 4(2): 171-183.

ADDO, M.G., L.A. ANDOH & K. OBIRI-DANSO (2016). Profile of resident microbes causing spoilage in "olewonyo", a locally produced non-alcoholic beverage in Kumasi, Ghana. *Int. Adv. Res. J. Sci. Eng. Tech.* 3(1): 89-94.

AHMED, M. (1985). Fermented food products 'hulu mur' drink made from Sorghum bicolor. *Food Microbiol.* 2: 147-155.

AHMED, I.A.M., F.Y. AL-JUHAIMI & A.E.A. BEKHIT (2019). Fermentation of grains: 107-116. In: VARELIS, P., L. MELTON & F. SHAHIDI (eds.) *Encyclopedia of food chemistry* 2. Elsevier. Amsterdam.

AIDOO, K.E., M.J.R. NOUT, P.K. SARKAR (2006). Occurrence and function of yeasts in Asian indigenous fermented foods. *FEMS Yeast Res.* 6: 30-39.

ALEXANDRAKI, V., E. TSAKALIDON, K. PAPANIMITRIOU & W. HOLZAPFEL (2013). *Status and trends of the conservation and sustainable use of microorganisms in food processes*. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture. FAO. Roma.

ANGMO, K. & T.C. BHALLA (2014). Preparation of phabs - an indigenous starter culture for production of traditional alcoholic beverage, chhang, in Ladakh. *Indian Journal of Traditional Knowledge* 13(2): 347-351.

ARROYO-LÓPEZ, F.N., M.C. DURÁN, J.L. RUIZ-BARBA, A. QUEROL & A. GARRIDO (2006). Use of molecular methods for the identification of yeast associated with table olives. *Food Microbiol.* 23: 791-796.

ASAHARA, N., X.B. ZHANG & Y. OHTA (2006). Antimutagenicity and mutagen-binding activation of mutagenic pyrolyzates by microorganisms isolated from Japanese miso. *J. Sci. Food Agric.* 58: 395-401. doi: [10.1002/jsfa.2740580314](https://doi.org/10.1002/jsfa.2740580314).

AVILES-PERAZA, G.C. (2015). Balché (*Lonchocarpus longystilus*): árbol mágico, usos ceremoniales y medicinales. *Desde el Herbario CICYT* 7: 46-48.

BALAGOPALAN, C. (2002). Cassava utilization in food, feed and industry: 301-318. In: R.J. HILLOCKS, R.J., J.M.



- THRESH & A.C. BELLOTTI (eds.) *Cassava: Biology, production and utilization*. CABI Publishing, Wallingford.
- BASUMATARY, T.K., R. TERANGPI, C. BRAHMA, P. ROY, H. BORO, H. NARZARY, R. DAIMARY, S. MEDHI & al. (2014). Jou: the traditional drink of the boro tribe of Assam and Northeast India. *Journal of Scientific and Innovative Research* 3(2): 239-243.
- BATTCOCK, M. & S. AZAM-ALI (1998). *Fermented fruits and vegetables. A global perspective*. Col. FAO Agricultural Services Bulletin 134. FAO. Roma.
- BAUDAR, P. (2018). *Northeastern kvass*. https://www.acf-chefs.org/downloads/Sizzle/201803_Spring_Northeastern_Kvass.pdf [consultada el 27 de junio de 2021].
- BAYAT, G. & G. YILDIZ (2019). The special fermented Turkish drink: boza. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies* 7 (4): 2438-2446.
- BEHERA, P. & S. BALAJI (2021). Health benefits of fermented bamboo shoots: The twenty-first century green gold of Northeast India. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 193: 1800-1812.
- BELLOSO-MORALES, G. & H. HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ (2003). Manufacture of a beverage from cheese whey using a "tea fungus" fermentation. *Revista Latinoamericana Microbiol.* 45: 5-11.
- BHALLA, T.C., N. THAKUR, A. SETH & A. PRATUSH (2009). Cereal based alcoholic beverages: 1-55. In: BHALLA, T.C. (ed.). *Fundamentals of Food Biotechnology*. Anne Publisher. New Delhi.
- BISSON, L.F. & G.A. WALKER (2015). The microbial dynamics of wine fermentation: 435-476. In: HOLZAPFEL, W. *Advances in fermented foods and beverages*. Woodhead Publishing. Cambridge.
- BLANDINO, A., M.E. AL-ASEERI, S.S. PANDIELLA, D. CANTERO & C. WEBB (2003). Cereal-based fermented foods and beverages. *Food Res. Int.* 36(6): 527-543.
- CALONGE, F.D. (1993). Hongos medicinales. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 18: 179-188.
- CAMPBELL-PLATT, G. & P.E. COOK (1989). Fungi in the production of foods and food ingredients. *J. Appl. Bact. Symp. Suppl.*: 117S-131S.
- CAMOU-GUERRERO, A., A. CASAS, A.I. MORENO-CALLES, J. AGUILERA-LARA, D. GARRIDO-ROJAS, S. RANGEL-LANDA, I. TORRES, E. PÉREZ-NEGRÓN & al. (2016). Ethnobotany in Mexico. History, development and perspectives: 21-40. In: LIRA, R., A. CASAS & J. BLANCAS (eds.). *Ethnobotany of Mexico. Interactions of people and plants in Mesoamerica*. Springer. New York.
- CARVAJAL, G. (2020). Cómo una arqueóloga descubrió en 1928 la cultura natufiense, que ya fabricaba pan y cerveza antes del desarrollo de la agricultura. <https://www.labrujulaverde.com/2020/02/como-una-arqueologa-descubrio-en-1928-la-cultura-natufiense-que-ya-fabricaba-pan-y-cerveza-antes-del-desarrollo-de-la-agricultura> [consultada el 17 de junio de 2021].
- CEMPAKA, L. (2021). Peuyeum: fermented cassava from Bandung, West Java, Indonesia. *Journal of Ethnic Foods* 8: 3. <https://doi.org/10.1186/s42779-021-00079-3>.
- CHAKRAVORTY, S., S. BHATTACHARYA, D. BHATTACHARYA, S. SARKAR & R. GACHHUI (2019). Kombucha: A promising functional beverage prepared from tea: 286-327. In: GRUMEZESCU, A.M. & A.M. HOLBAN (eds.). *Non-alcoholic beverages 6. The Science of Beverages*. Woodhead Publishing. Cambridge.
- CHANG, H.W., K.H. KIM, Y.D. NAM, S.W. ROH, M.S. KIM, C.O. JEON, H.M. OH & J.W. BAE (2008). Analysis of yeast and archaeal population dynamics in kimchi using denaturing gradient gel electrophoresis. *Int. J. Food Microbiol.* 126: 159-166. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.05.013.
- CHOI, S.H., M.H. LEE, S.K. LEE & M.J. OH (1995). Microflora and enzyme activity of conventional meju and isolation of useful mould. *J. Agri. Sci.* 22(2): 188-197.
- COTON, E., M. COTON, D. LEVERT, S. CASAREGOLA & D. SOHIER (2006). Yeast ecology in French cider and black olive natural fermentations. *Int. J. Food Microbiol.* 108: 130-135.
- DAHAL, N.R., T.B. KARKI, B. SWAMYLINGAPPA, Q. LI, & G. GU (2005). Traditional foods and beverages of Nepal. A review. *Food Review International* 21: 1-25. doi: 10.1081/FRI-200040579.
- DAS, A. & S. DEKA (2012). Fermented foods and beverages of the Northeast India. *Int. Food Res. J.* 19: 377-392.
- DJEGUI, Y.K., A.P.P. KAYODÉ, R.A. ATCHADÉ, E.W. GACHOMO, S.O. KOTCHONI & J.D. HOUNHOUGAN (2014). Diversity of yeasts in otché, a traditional starter used in fermentation of an opaque Sorghum beer "chakpalo". *Afr. J. Microbiol. Res.* 8(37): 3398-3404.
- DELLACASSA, E., O. TRENCHS, L. FARIÑA, F. DEBERNARDIS, G. PÉREZ, E. BOIDO & F. CARRAU (2017). Pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) wine production in Angola: Characterization of volatile aroma compounds and yeast native flora. *Int. J. Food Microbiol.* 241: 161-167.
- DESHPANDE, S.S., D.K. SALUNKHE, O.B. OYEWOLE, S. AZAM-ALI, M. BATTOCK & R. BRESSANI (2000). *Fermented grain legumes, seeds and nuts: A global perspective*. FAO Agricultural Services. Bulletin 142. FAO. Rome.
- DEVAKI, C.S. & K.S. PREMAVALLI (2019). Fermented vegetable beverages: 321-367. In: GRUMEZESCU, A.M. & A.M. HOLBAN (eds.). *Fermented beverages. Vol. 5. The science of beverages*. Woodhead Publishing. Cambridge.
- DEZELAK, M. (2014). *Beer-like gluten-free beverages fermented from buckwheat and quinoa*. Doctora dissertation. University of Ljubljana. https://www.researchgate.net/publication/268279523_Beer-like_gluten-free_beverages_fermented_from_buckwheat_and_quinoa [consultada el 22 de junio de 2021].
- DIRAR, H.A. (1978). A microbiological study of Sudanese merissa brewing. *J. Food Sci.* 43(6): 1683-1686.
- DIRAR, H.A., D.B. HARPER & M.A. COLLINS (2006). Biochemical and microbiological studies on kawal, a meat substitute derived by fermentation of *Cassia obtusifolia* leaves. *J. Sci. Food Agric.* 36: 881-892.
- DJOULDE, D.R., V. LENDZEMO, N.J.J. ESSIA, & F.X. ETOA (2013). Processing of "amgba": A Sorghum-maize based beer, brewed in Cameroon. *Journal of Brewing and Distilling* 4(1): 11-18.
- DURÁN, M.C. (1976). *Levaduras responsables del proceso de fermentación de aceitunas negras en salmuera*. Tesis doctoral inédita. Facultad de Ciencias. Sección de Biológicas. Universidad de Sevilla.
- DURÁN, M.C., P. GARCÍA-GARCÍA & A. GARRIDO (2003). Características del crecimiento de levaduras de aceitunas de mesa a bajas temperaturas. *Grasas y Aceites* 54(3): 264-271.
- EFIUVWEVWERE, B.J.O. & O. AKONA (1995). The microbiology of 'kunun-zaki', a cereal beverage from Northern Nigeria, during the fermentation (production) process. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 11: 491-493.
- ELEGADO, F.B., S.M.T. COLEGIO, V.M.T. LIM, A.T.R. GERVAISIO, M.T.M. PÉREZ, M.P. BALOLONG, C.G.B. BANAAY & B.C. MENDOZA (2016). Ethnic fermented foods of the Philippines with reference to lactic acid bacteria and yeasts. In: TAMANG, J.P. (ed.), *Ethnic fermented foods*



- and alcoholic beverages of Asia, doi 10.1007/978-81-322-2800-4_13.
- ESCALANTE, A., M. GILES-GÓMEZ, G. ESQUIVEL, V. MATUS, R. MORENO-TERRAZAS, A. LÓPEZ-MUNGUÍA & P. LAPPE-OLIVERAS (2012). Pulque fermentation: 691-706. In: HUI, Y.H. (ed.). *Handbook of plant-based fermented food and beverage technology*. CRC Press. Boca Raton.
- ESCALANTE, A., D.R. LÓPEZ-SOTO, J.E. VELÁZQUEZ, M. GILES-GÓMEZ, F. BOLÍVAR & A. LÓPEZ-MUNGUÍA (2016). Pulque, a traditional Mexican alcoholic fermented beverage. Historical, microbiological, and technical aspects. *Front. Microbiol.* 7: 1026. doi: 10.3389/fmicb.2016.01026.
- ESCAMILLA, M.L. & M.G. ESCAMILLA (2007). Los alimentos fermentados que comían nuestros bisabuelos prehispánicos. *Ciencia* 58(2): 75-84.
- FAO. (1990). *Utilización de alimentos tropicales. Cereales*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- FENG, X.M., A.R.B. ERIKSSON & J. SCHNÜRER (2005). Growth of lactic acid bacteria and *Rhizopus oligosporus* during barley tempeh fermentation. *Int. J. Food Microbiol.* 104: 249-256. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.03.005.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J., A. GARRIDO, P. GARCÍA-GARCÍA, M. BRENES & M.C. DURÁN (1992). Características del proceso fermentativo durante la conservación de aceitunas de la variedad 'Hojiblanca', destinadas a la elaboración del tipo negras. *Grasas y Aceites* 43: 212-218.
- FLEET, G.H. (1998). The microbiology of alcoholic beverages: 217-262. In: WOOD, B.J.B. (ed.). *Microbiology of fermented foods* (2nd ed.). Blackie Academic and Professional. London.
- FLIBERT, G., T. ABEL & S. ALY. (2016). African cassava traditional fermented food: The microorganism's contribution to their nutritional and safety values. A review. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 5(10): 664-687. doi: http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2016.510.074.
- FRANK, G.W. (2017). *Kombucha: Healthy beverage and natural remedy*. Ennsthaler. Steyr.
- GADAGA, T.H., A.N. MUTUKUMIRA, J.A. NARVHUS & S.B. FERESU (1999). A review of the traditional fermented foods and beverages of Zimbabwe. *Int. J. Food Microbiol.* 53: 1-11.
- GANDJAR, I. (2003). *Tapai from cassava and cereals*. First International Symposium and Workshop on Insight into the World of Indigenous Fermented Foods for Technology Development and Food Safety. Kasetsart University. Bangkok. Tailandia.
- GHOSH, K., C. MAITY, A. ADAK, S.K. HALDER, A. JANA, A. DAS, S. PARUA, P. K.D. MOHAPATRA, B.R. PATI & K.C. MONDAL (2014). Ethnic preparation of haria, a rice-based fermented beverage, in the province of Lateritic West Bengal, India. *Ethnobotany Research & Applications* 12: 39-48.
- GODOY, A., T. HERRERA & M. ULLOA (2003). *Más allá del pulque y el tepache. Las bebidas alcohólicas no destiladas indígenas de México*. Instituto de Investigaciones Antropológicas. UNAM. México.
- GÓMEZ DE OROZCO, F. (1991). *Crónicas de Michoacán*. Biblioteca de Estudiante Universitario 12. UNAM. México.
- GREENWALT, C.J., K.H. STEINKRAUS & R.A. LEDFORD (2000). Review. Kombucha, the fermented tea: microbiology, composition and claimed health effects. *Journal of Food Protection* 63(7): 976-981.
- HAARD, N.F. Cereals: Rationale for fermentation: 1-30. In: HAARD, N.F. (ed.). *Fermented cereals. A global perspective*. Col. FAO Agricultural Services Bulletin 138. FAO. Rome.
- HAPPYBELLYFISH (2020). *Best fermented foods from around the world*. <https://happybellyfish.com/2020/02/01/best-fermented-foods-from-around-the-world/> [consultada el 6 de junio de 2021].
- HESELTINE, C.W. (1965). A Millennium of fungi, food, and fermentation. *Mycologia* 57(2): 149-197.
- HO, C.C. (1986). Identity and characteristics of *Neurospora intermedia* responsible for oncom fermentation in Indonesia. *Food Microbiology* 3(2): 115-132. doi:10.1016/S0740-0020(86)80035-1.
- HUCH, M. & C.M.A.P. FRANZ (2015). Coffee: fermentation and microbiota: 501-513. In: HOLZAPFEL, W. (ed.). *Advances in fermented foods and beverages*. Woodhead Publishing. Cambridge.
- HUI, Y.H. (ed.) (2012). *Handbook of plant-based fermented food and beverage technology* (2nd ed.). CRC Press. Boca Raton.
- HURTADO, A., C. REGUANT, B. ESTEVE-ZARZOSO, A. BORDONS & N. ROZÉS (2008). Microbial population dynamics during the processing of 'Arbequina' table olives. *Food Research International* 41: 738-744.
- IGLESIAS, A., A. PASCOAL, A.B. CHROUPINA, C.A. CARVALHO, X. FEÁS & L.M. ESTEVINHO (2014). Developments in the fermentation process and quality improvement strategies for mead production. *Molecules* 18(4): 12577-12590.
- ILLANA, C. (2007). El hongo kombucha. *Bol. Soc. Micol. Madrid* 31: 269-272.
- JACKSON, M. (1977). *The new world guide to beer*. Prentice-Hall. Hoboken.
- JAYABALAN, R., R.V. MALBASA, E.S. LONCAR, J.S. VITAS & M. SATHISHKUMAR (2013). A review on kombucha tea. Microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 13: 538-550.
- JENG, K.C., C.S. CHEN, Y.P. FANG, R.C.W. HOU & Y.S. CHEN (2007). Effect of microbial fermentation on content of statin, GABA, and polyphenols in puerh tea. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 55: 8787-8792.
- JENNESSEN, J., J. SCHNÜRER, J. OLSSON, R.A. SAMSON & J. DIJKSTERHUIS (2008). Morphological characteristics of sporangiospores of the tempe fungus *Rhizopus oligosporus* differentiate it from other taxa of the *R. microsporus* group. *Mycol. Res.* 112: 547-563. doi: 10.1016/j.mycres.2007.11.006.
- JEYARAM, K., T.A. SING, W. ROMI, A.R. DEVI, W.M. SING, H. DAYANIDHI, N.R. SINGH & J.P. TAMANG (2009). Traditional fermented foods of Manipur, Indian *Journal of Traditional Knowledge* 8(1): 115-121.
- JOSHI, V.K., P.S. PANESAR, V.S. RANA & S. SAUR (2017). Science and technology of fruit wines: an overview: 1-72. In: KOSSEVA, M.R., V.K. JOSHI & P.S. PANESAR (eds.). *Science and technology of fruit wine production*. Academic Press. London.
- JOSHI, V.K., L. FARIÑA & G. ABROL (2021). Production technology of fruit wines: 513-530. In: JOSHI, V.K. (ed.). *Concise encyclopedia of science and technology of wine*. CRC Press. Boca Raton.
- KAYODÉ, A.P.P., A. ADÉGBIDI, A.R. LINNEMANN, M.J.R. NOUT & D.J. HOUNHOUIGAN (2005). Quality of farmer's varieties of sorghum and derived foods as perceived by consumers in Benin. *Ecol. Food Nutr.* 44: 271-294.
- KAYODÉ, A.P.P., G. VIEIRA-DALODÉ, A.R. LINNEMANN, S.O. KOTCHONI, A.J.D. HOUNHOUIGAN, M.A.J.S.



- VAN BOEKEL & M.J.R. NOUT (2011). Diversity of yeasts involved in the fermentation of tchoukoutou, an opaque Sorghum beer from Benin. *Afr. J. Microbiol. Res.* 5(18): 2737-2742.
- KIM, H.R., J.H. KIM, D.H. BAE & B.H. AHN (2010). Characterization of yakju brewed from glutinous rice and wild-type yeast strains isolated from nuruks. *J. Microbiol. Biotechnol.* 20(12): 1702-1710.
- KIM, B., H.J. YANG, M.J. CHANG, & S.H. KIM (2011). Effects of takju intake and moderate exercise training on brain acetylcholinesterase activity and learning ability in rats. *Nutr. Res. Pract.* 5(4): 294-300.
- KOHAJDOVÁ, Z. & J. KAROVICOVÁ (2007). Fermentation of cereals for specific purpose. *Journal of Food and Nutrition Research* 46(2): 51-57.
- KOZAKI, M. & T. UCHIMURA (1990). Microorganisms in Chinese starter "bubod" and rice wine "tapuy" in the Philippines microorganisms in Chinese starters from Asia (part 1). *J. Brew. Soc. Japan.* 85(11): 818-824.
- KUBO, R. & M. KILASARA (2016). Brewing technique of mbege, a banana beer produced in Northeastern Tanzania. *Beverages* 2: 21. doi:10.3390/beverages2030021.
- KUTYAUROPO J, W. PARAWIRA, S. TINOFI, I. KUDITA, C. NDENGU (2009). Investigation of the shelf-life extension of sorghum beer (chibuku) by removing the second conversion of malt. *Int. J. Food Microbiol.* 129: 271-276
- KUMARI, S., P. GULERIA & N. DANGI (2015). Cereal based beverages and fermented foods: a review. *Int. J. Enhanced Research Science, Tecnology & Engineering* 4(10): 134-145.
- KUMARI, A., A. PANDEY, A. ANN, A. RAJ, A. GUPTA, A. CHAUHAN, A. SHARMA, A.J. DAS & al. (2016). Indigenous alcoholic beverages of South Asia: 501-596. In: JOSHI, V.K. (ed.). *Indigenous fermented foods of South Asia*. CRC Press. Boca Raton.
- KUOFIE, M.K., N. BUKARI & O. ADEBOYE (2020). Probiotics potential of yeast and lactic acid bacteria fermented foods and the impact of processing: a review of indigenous and continental food products. *Advances in Microbiology* 10: 492-507.
- LANDEROS, J.C. (2009). *Interacciones biológicas de bacterias lácticas y levaduras usando como sustrato la yuca o cassava (Manihot esculenta Crantz)*. Tesis de grado en Ciencias Bioquímicas. UNAM. México.
- LAPPE-OLIVERAS, P., R. MORENO-TERRAZAS, J. ARRIZÓN-GAVIÑO, T. HERRERA-SUÁREZ, A. GARCÍA-MENDOZA & A. GSCHAEDLER-MATHIS (2008). Yeasts associated with the production of Mexican alcoholic non distilled and distilled Agave beverages. *FEMS Yeast Res.* 8: 1037-1052.
- LEE, C.H. (1999). Fermentaciones de cereales en países de la región Asia-Pacífico: 63-98. In: HAARD, N.F. (ed.). *Fermented cereals. A global perspective*. Col. FAO Agricultural Services Bulletin 138. FAO. Rome.
- LEE, M., M. REGU & S. SELESHE (2015). Uniqueness of Ethiopian traditional alcoholic beverage of plant origin, tella. *Journal of Ethnic Foods* 2(3): 110-114.
- LEMI, B.W. (2020). Microbiology of Ethiopian traditionally fermented beverages and condiments. *International Journal of Microbiology* 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/1478536>.
- LÓPEZ, F., J.J. RODRÍGUEZ-BENCOMO, I. ORRIOLS & J.R. PÉREZ-CORREA (2016). Fruit brandies: 531-556. In: KOSEVA, M., V.K. JOSHI & P.S. PANESAR (eds.). *Science and technology of fruit wine production*. Academic Press. London.
- LORENCE-QUIÑONES, A., C. WACHER-RODARTE & R. QUINTERO-RAMÍREZ (1999). Cereal fermentations in Latin American countries: 99-112. In: HAARD, N.F. (ed.). *Fermented cereals. A global perspective*. Col. FAO Agricultural Services Bulletin 138. FAO. Rome.
- LOYOLA-MONTEMAYOR, E. (1956). *La industria del pulque* (2ª ed.). Banco de México/Departamento de Investigaciones Industriales. México.
- LOZANO, T. (1997). Mezcales, pulques y chinguiritos: 421-435. In: LONG, J. (coord.). *Conquista y comida: consecuencias del encuentro de dos mundos*. Instituto de Investigaciones Históricas. UNAM. México.
- LYUMUGABE, F., J. GROS, J. NZUNGIZE, E. BAJYANA & P. THONART (2012). Characteristics of African traditional beers brewed with sorghum malt: a review. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 16(4): 509-530.
- LYUMUGABE, F., J.P. UYISENGA, E. BAJYANA & P. THONART (2014). Production of traditional Sorghum beer "ikigage" using *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus fermentum* and *Issatchenkia orientalis* as starter cultures. *Food and Nutrition Sciences* 5: 507-515.
- LYUMUGABE, F. & E. BAJYANA (2019). Traditional fermented alcoholic beverages of Rwanda (ikigage, urwagwa and kanyanga): production and preservation: 511-523. In: GRUMEZESCU, A.M. & A.M. HOLBAN. *Preservatives and preservation approaches in beverages 15: The science beverages*. Academic Press. Cambridge.
- MAOURA, N., M. MBAIGUINAM, H.V. NGUYEN, C. GAILLARDIN & J. POURQUIE (2005). Identification and typing of the yeast strains isolated from bili bili, a traditional sorghum beer of Chad. *African Journal of Biotechnology* 4(7): 646-656.
- MARSH, A.J., O. O'SULLIVAN, C. HILL, R.P. ROSS, P.D. COTTER (2014). Sequence-based analysis of the bacterial and fungal compositions of multiple kombucha (tea fungus) samples. *Food Microbiology* 38: 171-178.
- MARSHALL, E. & D. MEJÍA (2012). *Traditional fermented food and beverages for improved livelihoods*. FAO. Rome.
- MARTÍNEZ-LEAL, J., L. VALENZUELA-SUÁREZ, R. JAYABALAN, J. HUERTA-OROS & A. ESCALANTE-ABURTO (2018). A review on health benefits of kombucha nutritional compounds and metabolites. *CyTA-Journal of Food* 16(1): 390-399.
- MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, N., L.M. CANO & N. VELÁZQUEZ (2019). Raíces en tu bebida: la zarzaparrilla. *La Ciencia y el Hombre* 32(2): 10-14.
- MAWONIKE, R., B. CHIGUNYENI & M. CHIPUMURO (2017). Process improvement of opaque beer (chibuku) based of multivariate cumulative sum control chart. *J. Inst. Brew.* 124: 16-22.
- MCGOVERN, P.E., J. ZHANG, J. TANG, Z. ZHANG, G.R. HALL, R.A. MOREAU, A. NUÑEZ, E.D. BUTRYM & al. (2004). Fermented beverages of pre- and proto-historic China. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 101(51): 17593-17598.
- MO, H., Y. ZHU, & Z. CHEN (2008). Microbial fermented tea. A potential source of natural food preservatives. *Trends in Food Science and Technology* 19: 124-130.
- MUGULA, J.K., S.A.M. NNKO, J.A. NERVHUS & T. SØRHAUG (2003). Microbiological and fermentation characteristics of togwa, a Tanzanian fermented food. *Int. J. Food Microbiol.* 80: 187-199.
- MUYANGA, C.M.B.K. & J.K. KIKAFUNDA (2003). Production methods and composition of bushera: A Ugandan traditional fermented cereal beverage. *African J. Food Agric. Nutr. Develop.* 3(1): 10-19.



- MUYANJA C.M.B.K., J.A. NARVHUS & T. LANGSRUD (2004). The use of starter cultures in the fermentation of bushera: a Ugandan traditional fermented Sorghum beverage. *Uganda. J. Agric. Sci.* 9: 606-610.
- NAMUGUMYA, B.S. & C.M.B.K. MUYANJA (2009). Traditional processing microbiological, physiochemical and sensory characteristics of kwete, a Ugandan fermented maize based beverage. *African J. Food Agric. Nutr. Develop.* 9(4): 1046-1059.
- NATH, N., S. GHOSH, L. RAHAMAN, D.L. KAIPENG & B.K. SHARMA (2019). An overview of traditional rice beer of Northeast India: ethnic preparation, challenges and prospects. *Indian J. Tradit. Know.* 18(4): 744-757.
- NOUT, M.J.R. (1980). Microbiological aspects of the traditional manufacture of busaa, a Kenyan opaque maize beer. *Chem. Mikrobiol. Technol. Lebensm.* 6: 137-142.
- NOUT, M.J.R., P.K. SARKAR & L.R. BEUCHAT (2007). Indigenous fermented foods: 817-880. In: DOYLE, M.P. & L.R. BEUCJAT (eds.). *Food microbiology: fundamentals and frontiers* (3rd ed.). ASM Press. Washington D.C.
- NYANGA, L.K., M.J.R. NOUT, T.H. GADAGA, T. BOEKHOUT & M.H. ZWIETERING (2008). Traditional processing of masau fruits (*Ziziphos mauritiana*) in Zimbabwe. *Ecology of Food and Nutrition* 47(1): 95-107.
- ODHAV, B. & V. NAICKER (2002). Mycotoxins in South African traditionally brewed beers. *Food Addit. Contam.* 19(1): 55-61.
- ODUNFA, S.A. (1999). Cereal fermentations in African countries: 31-62. In: HAARD, N.F. (ed.). *Fermented cereals. A global perspective*. Col. FAO Agricultural Services Bulletin 138. FAO. Roma.
- ODUNFA, S.A. & O.B. OYEWOLE (1998). African fermented foods: 713-752. In: WOOD, B.J.B. (ed.). *Microbiology of fermented foods*. Springer. Boston.
- OKORO, C.E. (2011). Production of red wine from roselle (*Hibiscus sabdariffa*) and pawpaw (*Carica papaya*) using palm-wine yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). *Nigerian Food Journal* 25(2): 158-164.
- OLIVERO, R.E., Y. AGUAS & K. CURY (2011). Evaluación del efecto de diferentes cepas de levadura (Montrachet, K1-V1118, EC-1118, 71B-1122 y IVC-GRE®) y clarificadoras sobre los atributos sensoriales del vino de naranja criolla (*Citrus sinensis*). *Rev. Colomb. Biotecnol.* 13(1): 163-171.
- ORANUSI, S.U., V.J. UMOH & J.K.P. KWAGA (2003). Hazards and critical control points of kunun-zaki, a non-alcoholic beverage in Northern Nigeria. *Food Microbiology* 20: 127-132.
- ORIOLA, O.B., B.E. BOYOBE & C. ADETUYI (2014). Bacterial and fungal communities associated with the production of a Nigerian fermented beverage, "otika". *Jordan Journal of Biological Sciences* 10(2): 127-133.
- PANDA, S.K. & R.C. RAY (2016). Fermented foods and beverages from tropical roots and tubers: 225-252. In: SHARMA, H.K., N.Y. NJINTANG, R.S. SINGHAL & P. KAUSHAL (eds.). *Tropical roots and tubers. Production, processing and technology*. John Wiley & Sons, Ltd. Hoboken.
- PAPALEXANDRATOU, Z., G. VRANCKEN, K. DE BRUYNE, P. VANDAMME & L. DE VUYST (2011). Spontaneous organic cocoa bean box fermentations in Brazil are characterized by a restricted species diversity of lactic acid bacteria. *Food Microbiology* 28: 1326-1338.
- PEARMAN, G. (2005). Nuts, seeds and pulses: 133-152. In: PRANCE, G. & M. NESBITT (eds.). *The cultural history of plants*. Routledge. New York.
- PEGU, R., J. GOGI, A.K. TAMULI & R. TERON (2013). Apong, an alcoholic beverage of cultural significance of the mining community of northeast India. *Global J. Interdisc. Soc. Sci.* 2(6): 12-16.
- PHIRI, S., S.E. SCHOUSTRA, J. VAN DEN HEUVEL, E.J. SMID, J. SHINDANO & A. LINNEMANN (2019). Fermented cereal-based munkoyo beverage: Processing practices, microbial diversity and aroma compounds. *PLoS ONE* 14 (10): e0223501. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223501>.
- PIERSON, M.D., N.R. REDDY & S.A. ODUNFA (2018). Other legume-based fermented foods: 219-232. In: REDDY, N.R., M.D. PIERSON & D.K. SALUNKHE (eds.). *Legume-based fermented foods*. CRC Press. Boca Raton.
- POLYGENIS-BIGENDAKO, M.J. & J. LEJOLY (1989). Plantes employées dans le traitement des diarrhées en médecine traditionnelle au Burundi occidental. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique* 122(1): 87-97.
- QUINTERO-SALAZAR, B., A.I. BERNÁLDEZ, O. DUBLÁN-GARCÍA, V.D. BARRERA & H.J. FAVILA (2012). Consumo y conocimiento actual de una bebida fermentada tradicional en Ixtapan del Oro, México: la sambumbia. *Alteridades* 22(4): 115-129.
- RAIN, P. (2018). Vainilla, orquídea dorada de las Américas: 283-290. In: LONG, J. (coord.). *Conquista y comida: consecuencias del encuentro de dos mundos*. Instituto de Investigaciones Históricas. UNAM. México.
- RAMÍREZ-GUZMÁN, K.N., C. TORRES-LEÓN, G.A. MARTÍNEZ-MEDINA, O. DE LA ROSA, A. HERNÁNDEZ-ALMANZA, O.B. ÁLVAREZ-PÉREZ, R. ARAUJO, L. RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ & al. (2019). Traditional fermented beverages in Mexico: 605-635. In: GRUMEZESCU, A.M. & A.M. HOLBAN (eds.). *Fermented beverages 5: The science of beverages*. Woodhead Publishing. Cambridge.
- RANI, D.K. & S.K. SONI (2007). Applications and commercial uses of microorganisms: 71-126. In: SONI, S.K. (ed.). *Microbes: a source of energy for 21st century*. Jai Bharat Printing Press. Delhi.
- RAWAT, K., A. KUMARI, S. KUMAR, R. KUMAR & R. GEHLOT (2018). Traditional fermented products of India. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 7(4): 1873-1883.
- RAY, M., K. GHOSH, S.N. SINGH & K.C. MONDAL (2016a). Folk to functional: An explorative overview of rice-based fermented foods and beverages in India. *J. Ethn. Foods* 3(1): 5-18.
- RAY, S., D.J. BAGYARAJ, G. THILAGAR & J.P. TAMANG (2016b). Preparation of chyang, an ethnic fermented beverage of the Himalayas, using different raw cereals. *J. Ethn. Foods* 3(4): 297-299.
- RODRÍGUEZ, I. (2020). *Kvas, la cerveza ancestral*. <https://cervecing.es/kvas-la-cerveza-ancestral/> [consultada el 27 de junio de 2021].
- RODRÍGUEZ-BENCOMO, J.J., M.A. POZO-BAYÓN & M.V. MORENO-ARRIBAS (2012). Wine fermentation and production. In: HUI, Y.H. (ed.) *Handbook of plant-based fermented food and beverage technology* (2nd ed.). CRC Press. Boca Raton.
- RODRÍGUEZ-GÓMEZ J.M. (2016). Historia de los probióticos: 91-98. In: ALVAREZ, G., A. MARCOS & A. MARGOLLES (eds.), *Probióticos, prebióticos y salud. Evidencia científica*. Sociedad Española de Probióticos y Prebióticos / Ergon. Majadahonda (Madrid).
- RÖLING, W.F.M., J. KERLER, M. BRASTER, A. APRIYANTONO, H. STAM & H.W. VAN VERSEVEL (2001). Microorganisms with a taste for vanilla: microbial ecology



- of traditional Indonesian vanilla curing. *Appl. Environ. Microbiol.* 67(5): 1995-2003.
- RUIZ-BARBA, J.L. & R. JIMÉNEZ (2005). Aceituna de mesa: de la fermentación tradicional a la utilización de cultivos iniciadores. *CTC Alimentación* 24: 43-46.
- RUIZ-MOYANO, S., A. MARTÍN-GONZÁLES, A. HERNÁNDEZ-LEÓN & R. CASQUETE (2010). Nuevas tecnologías en la elaboración de la aceituna de mesa: 105-119. In: COLETO, J.M., E. DE MUSLERA, R. GONZÁLEZ & F. PULIDO (coords. y dirs.). *La agricultura y ganadería extremeña. Informe 2009*. Universidad de Extremadura / Caja de Badajoz.
- SANATA, B., Z. ADAMA, S. IBRAHIM, S. APOLINE, C. MA-MOUDOU, S. CONSTANT, G.T. ROBERT & H. CRISTOPHE (2017). Characterization of the fungal flora of dolo, a traditional fermented beverage of Burkina Faso, using MALDI-TOF mass spectrometry. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 33: 172. doi 10.1007/s11274-017-2335-1.
- SÁNCHEZ-DIRZO, G., C.E. LÓPEZ-FERRER, M. FLORES, A.L. JOFRE, J.A. AGUIRRE, E. JAZMINE & R. REYES (2010). Estudio preliminar del axokot, bebida tradicional fermentada, bajo una perspectiva transdisciplinaria. *Investigación Universitaria Multidisciplinaria* 9: 113-124.
- SANLIER, N., B.B. GÖKÇEN & A.C. SEZGIN (2017). Health benefits of fermented foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 0(0): 1-22. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1383355>.
- SANNI, A.I. (1993). The need for process optimization of African fermented foods and beverages. *Int. J. Food Microbiol.* 18: 85-95.
- SAWADOGO-LINGANI, H., V. LEI, B. DIAWARA, D.S. NIELSEN, P.L. MØLLER, A.S. TRAORÉ, & M. JAKOBSEN (2007). The biodiversity of predominant lactic acid bacteria in dolo and pito wort for the production of sorghum beer. *J. Appl. Microbiol.* 103: 765-777.
- SCHILLINGER, U., L. BAN-KOFFI & C.M.A.P. FRANZ. (2010). Tea, coffee and cacao: 353-375. In: TAMANG J.P. & K. KAILASAPATHY (eds.). *Fermented foods and beverages of the world*. CRC Press. Boca Raton.
- SCHÜLTER, R. (2006). *Escenarios gastronómicos. Una perspectiva*. Centro de Investigaciones y Estudios Turísticos. Buenos Aires.
- SCHWAN, R.F., E.G. ALMEIDA, M.A.G. SOUZA-DIAS & L. JESPERSEN (2007). Yeast diversity in rice-cassava fermentations produced by the indigenous tapirapé. people of Brazil. *FEMS Yeast Res.* 7: 966-972.
- SENAPATI, A.K., A. ANN, A. RAJ, A. GUPTA, A. SHARMA, B. NEOPANY, C. PANMEI, D.H. DIWEDI & al. (2016). Diversity of indigenous fermented foods and beverages of South Asia: 69-106. In: JOSHI, V.K. (ed.) *Indigenous fermented foods of South Asia*. CRC Press. Boca Raton.
- SENGUN, I.Y. & S. KARABIYIKLI (2011). Importance of acetic acid bacteria in food industry. *Food Control* 22: 647-665.
- SHA, P.S., J.P. TAMANG, B. TAMANG & N. THAKUR (2012). Microbiological studies of haria, a traditional rice fermented alcoholic beverage of West Bengal. *International Journal of Environmental Engineering and Management* 3(5): 53-59.
- SHA, P.S., M.V. SURYAVANSHI, K. JANI, A. SHARMA, Y. SHOUCHE & J.P. TAGMANG (2018). Diversity of yeast and molds by culture-dependent and culture-independent methods for mycobiome surveillance of traditionally prepared dried starters for de production of Indian alcoholic beverages. *Frontiers of Microbiology* 9: 2237. doi: 10.3389/fmicb.2018.02237.
- SHAHBAZI, R., F. SHARIFZAD, R. BAGHERI, N. ALSADI, H. YASAVOLI-SHARAHY & C. MATAR (2021). Anti-Inflammatory and immunomodulatory properties of fermented plant foods. *Nutrients* 13: 1516. <https://doi.org/10.3390/nu13051516>.
- SHARMA, N., S. HANDA & A. GUPTA (2013). A comprehensive study of different traditional fermented foods/beverages of Himachal Pradesh to evaluate their nutrition impact on health and rich biodiversity of fermenting microorganisms. *International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences* 1(3): 19-28.
- SHIN, D.H., D.Y. KWON, Y.S. KIM & D.Y. JEONG (2012). *Science and technology of Korean gochujang*. Public Health Edu. Seoul.
- SHRIVASTAVA, K., A.G. GREESHMA & B. SRIVASTAVA (2012). Biotechnology in tradition. A process technology of alcoholic beverages practiced by different tribes of Arunachal Pradesh, Northeast India. *Indian Journal of Traditional Knowledge* 11(1): 81-89.
- SHRIVASTAVA, K., B. PRAMANIK, B.J. SHARMA & A.G. GREESHMA (2020). Ethnic fermented foods and beverages of Arunachal Pradesh: 41-84. In: TAMANG, J.P. (ed.). *Ethnic fermented foods and beverages of India: Science history and culture*. Springer. Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-1486-9_2.
- SHURTIEFF, W. & A. AOYAGI (2011). *History of fermented black soybeans (165 B.C. to 2011): extensively annotated, bibliography and sourcebook*. Soyinfo Center. Lafayette.
- SINGH, H.D., S.A. SINGH, N.R. SINGH & N.R. SINGH (2011). *Biochemical composition of Soibum. A fermented bamboo shoot and its dynamics during fermentation in real time model*. International Conference on Food Engineering and Biotechnology IPCBEE 9. IACSIT Press. Singapore.
- SLOW FOOD (s. f.). *Ikikage shorghum beer*. Slow Food Foundation for Biodiversity. <https://www.fondazione-slowfood.com/en/ark-of-taste-slow-food/ikikage-sorghum-beer/> [consultada el 10 de junio de 2021].
- SOLANGE, A., K. GEORGETTE, F. GILBERT, D. KOFFI MARCELLIN & B. BASSIROU (2014). Review on African traditional cereal beverages. *American Journal of Research Communication* 2(5): 103-153.
- SOLEAS, G.J., E.P. DIAMANDIS & D.M. GOLDBERG. (1997). Wine as a biological fluid: History, production, and role in disease prevention. *Journal of Clinical Laboratory Analysis* 11: 287-313.
- SOLIERI, L. & P. GIUDICI (2008). Yeasts associated to traditional balsamic vinegar: ecological and technological features. *International Journal of Food Microbiology* 125: 36-45.
- SORO-YAO, A.A., K. BROU, R. KOFFI-NEVRY & K.M. DJÉ (2013). Microbiology of Ivorian fermented products: A review. *Asian J. Agri. Food Sci.* 1(2): 37-47.
- STEINKRAUS, K.H. (1996). *Handbook of indigenous fermented foods* (2nd ed.). Marcel Dekker. New York.
- SUÁREZ, B., R. PANDO, N. FERNÁNDEZ, A. QUEROL & R. RODRÍGUEZ (2007). *Food Microbiology* 24: 25-31.
- SUGAWARA, E. (2010). Fermented soybean pastes miso and shoyu with reference to aroma: 225-245. In: TAMANG, J.P. & K. KAILASAPATHY (eds.). *Fermented foods and beverages of the world*. CRC Press. Boca Raton.
- SWAIN, M.R., M. ANANDHARAJ, R.C. RAY, R.P. RANI (2014). Fermented fruits and vegetables of Asia: potential source of probiotics. *Biotechnology Research International* 2014. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/250424>.



- TABER, G.P. (2018). En busca del oro líquido de los faraones. Recreación de una cerveza del Antiguo Egipto desde la arqueología experimental, parte I. *Egiptología 2.0*. 11: 78-92.
- TABOADA, J. (1997). Bebidas fermentadas indígenas: cacao, pozol, tepaches, tesguino y tejuino: 437-447. In: LONG, J. (coord.). *Conquista y comida. Consecuencia del encuentro de dos mundos*. Instituto de Investigaciones Históricas. UNAM. México.
- TAMANG, J.P. (2010a). Diversity of fermented foods: 41-84. In: TAMANG, J.P. & K. KAILASAPATHY (eds.). *Fermented foods and beverages of the world*, CRC Press. Boca Raton.
- TAMANG, J.P. (2010b). Diversity of fermented beverages: 85-125. In: TAMANG, J.P. & K. KAILASAPATHY (eds.). *Fermented foods and beverages of the world*. CRC Press. Boca Raton.
- TAMANG, J.P. (2012). Plant-based fermented foods and beverages of Asia: 49-92. In: HUI, Y.H. (ed.) *Handbook of plant-based fermented food and beverage technology* (2nd ed.). CRC Press. Boca Raton.
- TAMANG, J.P. (2020). History and culture of Indian ethnic fermented foods and beverages: 1-40. In: TAMANG, J.P. (ed.). *Ethnic fermented foods and beverages of India: Science, history and culture*. Springer. Singapore.
- TAMANG, J.P. & D. SAMUEL (2010). Dietary cultures and antiquity of fermented foods and beverages: 1-40. In: TAMANG, J.P. & K. KAILASAPATHY (eds.). *Fermented foods and beverages of the world*. CRC Press. Boca Raton.
- TAMANG, J.P., P.K. SARKAR & C.W. HESSELTINE (1988). Traditional fermented foods and beverages of Darjeeling and Sikkim. A review. *J. Sci. Food Agric.* 44: 375-385.
- TAMANG, J.P. & S. THAPA (2006). Fermentation dynamics during production of bhaati jaanr, a traditional fermented rice beverage of the Eastern Himalayas. *Food Biotechnology* 20(3): 251-261.
- TAMANG, J.P., S. THAPA, N. TAMANG & B. RAI (1996). Indigenous fermented food beverages of Darjeeling hills and Sikkim: process and product characterization. *J. Hill Res.* 9(2): 401-411.
- TAMANG, J.P., N. TAMANG, S. THAPA, S. DEWAN, B. TAMANG, H. YONZAN, A.K. RAI, R. CHETTRI, J. CHAKRABARTY & N. KHAREL (2012). Microorganisms and nutritional value of ethnic fermented foods and alcoholic beverages of Northeast India. *Indian Journal of Traditional Knowledge* 11: 7-25.
- TAMANG, J.P., N. THAPA, B. TAMANG, A. RAI, & R. CHETTRI. (2015). Microorganisms in fermented foods and beverages: 1-110. In: TAMANG, J.P. (ed.). *Health benefits of fermented foods and beverages*. CRC Press. Boca Raton.
- TAMANG, J.P., K. WATANABE & W.H. HOLZAPFEL (2016). Review: Diversity of microorganisms in global fermented foods and beverages. *Front. Microbiol.* 7: 377. doi: 10.3389/fmicb.2016.00377.
- TAMANG, J.P., P.D. COTTER, A. ENDO, N.S. HAN, R. KORT, S.Q. LIU, B. MAYO, N. WESTERIK & R. HUTKINS (2020). Fermented foods in a global age: East meets West. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 19: 184-217.
- TANIMURA, W., P.C. SÁNCHEZ & M. KOZAKI (1978). The fermented foods in the Philippines. Parte II. Basi (sugarcane wine). *Journal of Agricultural Society (Japan)* 22: 118-133.
- TERAMOTO, Y., R. SATO & S. UEDA (2005). Characteristics of fermentation yeast isolated from traditional Ethiopian honey wine, ogol. *Afr. J. Biotechnol.* 4(2): 160-163.
- THAPA, S. & J.P. TAMANG (2004). Product characterization of kodo ko jaanr: fermented finger millet beverage of the Himalayas. *Food Microbiology* 21: 617-622.
- THAKUR, N., SAVITRI & T.C. BHALLA (2004). Characterization of some traditional fermented foods and beverages of Himachal Pradesh. *Indian J. Tradit. Knowl.* 3(3): 325-335.
- THE BEER TIMES (2021). Cervezas ancestrales, de la dulce shati a la espirituosa dolo. <https://www.thebeertimes.com/cervezas-ancestrales/> [consultada el 10 de junio de 2021].
- TENG, D.F., C.S. LIN & P.C. HSIEH (2004). Fermented whole soybeans and soybean paste: 611-655. In: HUI, Y.H., L. MEUNIER-GODDIK, A.S. HANSEN, W.K. NIP, P.S. STANFIELD & F. TOLDRÁ (eds.) *Handbook of food and beverage fermentation technology*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- ULLOA, M. & T. HERRERA (1978). *Torulopsis taboadae*. Una nueva especie de levadura aislada del colonche de Zacatecas, México. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* 12(5): 5-12.
- ULLOA, S.C. & M. ULLOA (1973). Alimentos fermentados de maíz consumidos en México y otros países latinoamericanos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* 34: 423-458.
- ULLOA, M, T. HERRERA & P. LAPPE (1987). *Fermentaciones tradicionales indígenas de México*. Serie de Investigaciones Sociales 16. Instituto Nacional Indigenista. UNAM. Ciudad de México.
- VALDEZ, F.X., A. YÉPEZ (col.) & J. HURTADO (col.) (2013). *Primeras sociedades de la Alta Amazonía. La cultura Mayo Chinchipe-Marañón*. INPC / IRD. Quito.
- VAN DER AA KUHLE, A., L. JESPEREN, R.L.K. GLOVER, B. DIAWARA, & M. JAKOBSEN (2001). Identification and characterization of *Saccharomyces cerevisiae* strain isolated from West African Sorghum beer. *Yeast* 18: 1069-1079.
- VARGAS, P (2010). Obtención de almidón fermentado a partir de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) variedad 'Valencia', factibilidad de uso en productos de panadería. *Tecnología en marcha* 23(3): 15-23.
- VELASCO, J.M. (2019). Alimentos y bebidas producidos por fermentación con intervención de hongos (I): alimentos de origen animal y de cereales. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 109-144.
- VIEIRA-DALODÉ, G., N. AKISSOÉ, N. ANNAN, D.J. HOUNHOUIGAN & M. JAKOBSEN (2016). Aroma profile of gowe, a traditional malted fermented Sorghum beverage from Benin. *Afr. J. Food Sci.* 10(2): 17-24.
- VON MOLLENDORFF, J.W., M. VAZ-VELHO & S.D. TODOROV (2016). Boza, a traditional cereal-based fermented beverage: a rich source of probiotics and bacteriocin-producing lactic acid bacteria: 157-188. In: KRISTBERGSSON, K. & S. ÖTLES (eds.). *Functional properties of traditional foods*. Springer. New York.
- WACHER-RODARTE, C. (1995). Alimentos y bebidas fermentados tradicionales: 313-349. In: GARCÍA-GARIBAY, M., & al. (eds.). *Biotechnología alimentaria*. Limusa. México.
- WIKIPEDIA (2019a). *Kombucha*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Kombucha> [consultada el 18 de abril de 2019]
- WIKIPEDIA (2019b). *Kwete*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Kwete> [consultada el 18 de abril de 2019].
- WIKIPEDIA (2020a). *Beopju*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Beopju> [consultada el 18 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2020b). *Boza*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Boza> [consultada el 18 de abril de 2021].



- WIKIPEDIA (2020c). *Cauim*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Cauim> [consultada el 10 de marzo de 2021].
- WIKIPEDIA (2020d). *Cerveza*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Cerveza> [consultada el 23 de abril de 2021].
- WIKIPEDIA (2020e). *Colonche*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Colonche> [consultada el 18 de abril de 2021].
- WIKIPEDIA (2020f). *Estilos de cerveza*. https://es.wikipedia.org/wiki/Estilos_de_cerveza [consultada el 23 de abril de 2021].
- WIKIPEDIA (2020g). *Hidromiel*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Hidromiel> [consultada el 28 de abril de 2021].
- WIKIPEDIA (2020h). *Mbege*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Mbege> [consultada el 20 de febrero de 2021].
- WIKIPEDIA (2020i). *Sochu*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Shōchu> [consultada el 20 de enero de 2021].
- WIKIPEDIA (2020j). *Makgeolli*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Makgeolli> [consultada el 20 de mayo de 2021].
- WIKIPEDIA (2021a). *Arrack*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Arrack> [consultada el 18 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021b). *Cassava*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Cassava> [consultada el 17 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021c). *Cheongju*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cheongju_\(beverage\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cheongju_(beverage)) [consultada el 20 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021d). *Chibuku*. https://en.wikipedia.org/wiki/Chibuku_Shake_Shake [consultada el 11 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021e). *Feni (liquor)*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Feni_\(liquor\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Feni_(liquor)) [consultada el 20 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021f). *Historia del vino*. https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_del_vino [consultada el 21 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021g). *Kachasu*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Kachasu> [consultada el 25 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021h). *Mead*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Mead> [consultada el 20 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021i). *Millet beer*. https://en.wikipedia.org/wiki/Millet_beer [consultada el 20 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021j). *Natufiense*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Natufiense> [consultada el 17 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021k). *Oncom*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Oncom> [consultada el 1 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021l). *Palm wine*. https://en.wikipedia.org/wiki/Palm_wine [consultada el 10 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021m). *Poi (food)*. [https://en.wikipedia.org/wiki/Poi_\(food\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Poi_(food)) [consultada el 1 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021n). *Pulque*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Pulque> [consultada el 9 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021ñ). *Rice*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Rice> [consultada el 18 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021o). *Sidra*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Sidra> [consultada el 10 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021p). *Sorghum bicolor*. https://es.wikipedia.org/wiki/Sorghum_bicolor [consultada el 10 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021q). *Soy sauce*. https://en.wikipedia.org/wiki/Soy_sauce [consultada el 17 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021r). *Tapai*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Tapai> [consultada el 10 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021s). *Tej*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Tej> [consultada el 22 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021t). *Tejuino*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Tejuino> [consultada el 22 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021u). *Theobroma cacao*. https://es.wikipedia.org/wiki/Theobroma_cacao [consultada el 25 de mayo de 2021].
- WIKIPEDIA (2021v). *Tibicos*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Tibicos> [consultada el 18 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021w). *Umqombothi*. <https://en.wikipedia.org/wiki/Umqombothi> [consultada el 10 de junio de 2021].
- WIKIPEDIA (2021x). *Yeast in winemaking*. https://en.wikipedia.org/wiki/Yeast_in_winemaking [consultada el 20 de junio de 2021].
- XU, X., H. LIU & Y. ZHOU (2012). Study on the meitauza production from okara by *Actinomucor elegans* and *Zyomonas mobilis*. *Information Tech. Agricultural Eng.* 134: 329-336.
- ZHAO, W., Y. LIU, M. LATTA, W. MA, Z. WU & P. CHEN (2019). Probiotics database: a potential source of fermented foods. *Int. J. Food Properties* 22(1): 197-216.
- ZHENG, X.W. & B.Z. HAN (2016). Baijiu, Chinese liquor: History, classification and manufacture. *J. Ethn. Foods* 3: 19-25.
- ZHU, Y. P., Y. Q. CHENG, L. J. WANG, J. F. FAN & L. T. LI (2008). Enhanced antioxidative activity of Chinese traditionally fermented okara (meitauza) prepared with various microorganism. *Int. J. Food Prop.* 11: 519-529.
- ZULU, R.M., V.M. DILLON & J.D. OWENS (1997). Munkoyo beverage, a traditional Zambian fermented maize gruel using *Rhynchosia* root as amylase source. *Int. J. Food Microbiol.* 34: 249-258.
- ZVAUYA, R., T. MYGOCHI & W. PARAWIRA (1997). Microbial and biochemical changes occurring during production of masvusvu and mangisi, traditional Zimbabwean beverages. *Plant Foods for Human Nutrition* 51: 43-51.



Las intoxicaciones por setas en los comienzos de la Medicina Forense

GARCÍA-ROLLÁN, M.¹

¹Avda, de las Águilas 91, 4.º. 28044 Madrid

INTRODUCCIÓN

Pensando que los casos de muerte producidos por setas venenosas habrían motivado normas legales desde hace muchos años por parte de los médicos encargados del estudio forense de las víctimas, las busqué en la literatura relacionada con el tema. Para mi sorpresa, apenas encontré citas relacionadas con los hongos; es como si los casos de muerte, accidental o provocada, hubieran sido muy pocos o no hubiesen llamado la atención de los médicos encargados de las cuestiones judiciales.

Pero hay que tener en cuenta que la Medicina Legal no adquirió importancia hasta pasado el siglo XVII, ni siquiera como existencia de tal rama médica. Ciertamente los autores comentaron, desde tiempos antiguos, casos de daños y muertes que entran en el ámbito de las consideraciones legales, pero entonces no existía una parte de la Medicina dedicada exclusivamente a tales cuestiones o al menos con tal denominación. Citemos como curiosidad el hecho de que, en Alemania, Carlos V mandó en 1532 que los expertos en medicina actuasen sobre los cadáveres en casos de homicidios. Pero las obras clásicas sobre el tema son muy posteriores. Por ejemplo, en Francia, se considera pionero en estos asuntos a Jean Jacques Belloc (1730-1807) médico y autor de una obra muy difundida entonces (BELLOC, 1807). En España, el primer catedrático de Medicina Legal fue Pedro Mata y Fontanet (1811-1877).

Veamos algunas citas que hemos encontrado:

PAULO ZACCHIA fue un médico italiano que nació en Roma en 1584, fue miembro de la Rota Romana y murió en Roma en 1659. Se le considera el padre de la Medicina Legal. En el tomo 1º, libro II, título II, de su obra **Quaestiones medico-legales** encontramos (ZACCHIA, 1751):

Cuestión II. De la división de los venenos y de los varios efectos de los venenos.

...

Tercero. Los venenos se dividen por su modo de operar, pues algunos matan pudriendo, otros congelando, otros ulcerando, muchos inflamando, otros ahogando y otros dañando de diversos modos. Mata pudriendo la liebre de mar (gasterópodos, opistobranquios), produciendo estupe-

facción el opio, congelando y también ulcerando e inflamando el arsénico, el sublimado, el euforbio; ahogando como los hongos...

...

Quinto. Se diferencian los venenos en esto: los que en la totalidad son veneno como la cicuta, la liebre marina y los que lo son en una parte, como el cerebro del gato, la extremidad caudal del ciervo y hasta el corazón y lengua del murciélago. De nuevo se dividen en los que siempre son semejantes como el sapo y los que no siempre lo son como las ranas, las babosas, los hongos, ya que estos, alguna vez sean inocuos y a veces en verdad máximamente dañinos.

JOSEF JACOB RITTER VON PLENK nació en 1738, en Viena, fue médico, enseñó en Basilea y Viena y murió en Munich en 1807. En su libro **Medicina y cirugía forense o legal** (PLENK, 1796) dice:

... Las señales generales de haber tomado interiormente algún veneno veloz, se infieren:

...

2 De los materiales que se arrojan, v. gr. si estos materiales que se echan por el vómito o el vientre se parecen a la hierba, raíz, hongo, polvo, sal, zumo o píldora que se tomó, y si estos materiales dados a comer a un perro, gato o gallina los quitan la vida, o al menos los dañan mucho.

...

5 De la declaración o noticia que pueden dar los profesores de Botánica. Si los materiales que se arrojaron por el vómito o por el vientre, o que se hallaron en el estómago del cadáver conservan todavía la simiente, raíz, hoja, hongo o polvo vegetal, o si se encuentra algo del veneno en la casa del difunto: todo esto se indaga por medio de los profesores botánico-farmacéuticos.

FRANÇOIS EMMANUEL FODERÉ fue un médico saboyano (1764-1835) que se doctoró en Turín, amplió estudios en París y Londres y desempeñó una cátedra de Medicina Legal en Estrasburgo. Su obra principal es la titulada **Traité de Médecine légale et d'hygiène publique** en 6 tomos, que sirvió de referencia en su tiempo. En su tomo IV encontramos (FODERÉ, 1813) el texto siguiente:



865. Los hongos merecen toda nuestra atención aún más que las sustancias que acabamos de considerar, porque, desde tiempo inmemorial, el pueblo ha sido muy aficionado a ellos, a pesar del peligro que acompaña a este género de alimento que es renovado de una manera cruel todos los años y en todos los países: *Quae tanta voluptas cibi ancipitis!* (Plinio).

Yo me atuve únicamente, en la primera edición de esta obra, a designar los hongos malos por sus caracteres botánicos, en lo que he sido copiado por el señor Mahon, pero pronto he notado la imperfección de este método, habiendo tenido conocimiento del excelente informe hecho a la Sociedad de Medicina de Burdeos, sobre esta materia, el 26 de junio de 1809, por miembros instruidos de esa sociedad que habían tratado ellos mismos a las personas envenenadas, informe del que ya he hablado (481), he apartado otro plan más teórico que yo había formado para conformarme enteramente con los aspectos útiles y prácticos de ese informe, tanto más puesto que los buenos y malos hongos de los que trata son los mismos en muchos países y que son de mi conocimiento. Será pues en gran parte de esta obra de la que extraeré los detalles siguientes, en los cuales he creído deber entrar para dar a mi tratado todo el grado de utilidad que deseo pueda tener.

866. Todos los hongos empleados como alimentos están ordinariamente comprendidos en los tres géneros siguientes:

1° Los *boletos*, cuyo sombrero presenta en su superficie inferior una multitud innumerable de poros.

2° Los *agaricos*, cuyo sombrero es laminoso o con hojuelas inferiormente.

3° Los *phallus* cuyo sombrero alargado, liso por debajo, presenta celdillas en su superficie superior. Intentemos determinar en estos tres géneros los buenos y los malos hongos.

En los *boletos*.

BUENOS HONGOS. *Boletus esculentus* (Micheli); el hongo en forma de mitra (o lo sep blanc) de cabeza ensanchada y dislacerada, con pedúnculo grueso, estriado y fistuloso. Este hongo es el único entre los boletos que se usa sin peligro en las zonas meridionales; es probablemente que deba en parte su inocuidad a la precaución que se toma de hacerle soltar su agua de vegetación, a la gran cantidad de aceite o de grasa en la que se empapa, a su sazonado con perejil, echalote o ajo. Se puede confundir fácilmente por las personas poco experimentadas con la especie siguiente

que crece en los mismos lugares que ella (en los sauces y en los lugares altos).

HONGOS MALOS. *Boletus versicolor* (L.) Este boleto se distingue del primero por la propiedad que ofrece su carne, que es blanca, de cambiar prontamente de color cuando al romperse se la expone a la acción del aire; se pone entonces instantáneamente rosa, amarilla, verdosa, violeta y al fin de un azul oscuro permanente; propiedad que no se observa en la primer especie. Este boleto es un veneno.

En los *agárlicos*.

HONGOS BUENOS. I. *Agaricus aurantiacus* (L.) oronge. Su tallo y sus hojuelas son de un bello amarillo; la parte de arriba de su sombrero es de un bello rojo-anaranjado; cuando es joven, está envuelto en una bolsa blanca (volva) que se rompe cuando crece y que deja algunos de sus jirones en la circunferencia del sombrero y alrededor del tallo, donde forma una especie de collar. Este hongo agárico es el más buscado de todos para las mesas y parece ser el verdadero *boletus* al que eran tan aficionados los antiguos y que, según el relato de Plinio, salía de una bolsa de una manera bien notoria.

II. *Agaricus cantharellus* (L.), agaric chanterelle, roussette; pequeño, de un rojo pálido o amarillo rojizo, con sombrero en embudo, de bordes contorneados, recortados; con láminas ramosas, como en red, en los prados.

III. *Agaricus campestris* (L.), agárico campes- tre, champignon de couche de los parisinos; con pedículo; con sombrero convexo, blanco; con escamas blancas; con láminas rojas o rosa, crece en los prados y se le cultiva.

IV. *Agaricus deliciosus* (L.), agárico delicioso, con pedículo, con sombrero de color ladrillo, cóncavo, saturado de un jugo acre, de un amarillo azafrán; láminas ramificadas, pedículo cilíndrico, corto; en los bosques. Esa palabra *delicioso* que Linneo ha dado a este hongo puede inducir a error muy a menudo; él lo ha nombrado así a causa de su sabor picante, agradable para los habitantes del norte, pero que podría bien ser nocivo para los del sur.

El agárico chanterelle y el campes- tre son de un sabor y de un olor bastante agradables; tienen sin embargo un poco de acritud que se corrige sin duda por la cocción.

HONGOS MALOS. I. *Agaricus ovoideus* (L.), oronge blanche, parecido por la forma a la verdadera oronge, diferenciando por su color; en los bosques.



II. *Agaricus muscarius* (L.) y *pseudoaurantiacus* de Bulliard, fausse orange, semejándose mucho a la verdadera por la forma y por el color de la superficie superior de su sombrero. Sombrero rojo con verrugas y láminas blancas, pediculado, con peciolo cubierto, dilatado en lo alto, con base oval; en los bosques. Es acre, maloliente y extremadamente venenosa. Haller informa que ha matado a seis lituanos y que en Kamtschatka ha ocasionado delirios mortales acompañados de desesperación que llevaban a los que le habían comido a arrojar-se al fuego o sobre armas cortantes. Los kamtschadales preparan con él un licor con el laurel rosa pequeño que, tomado en pequeña cantidad, da valor, ocasiona temblores de nervios y emborracha causando un delirio alegre o triste (*Histoire des plantes siusses*, tom. 2, pag. 332).

III. *Agaricus piperatus* (L.), agaric poivré, con pedículo; con sombrero blanco, aplanado, umbilicado, de márgenes revueltos, con láminas de color carne, conteniendo un jugo muy acre y venenoso; en los bosques. Este hongo conserva su acritud después de haber sido desecado y es entonces de color de azafrán. No obstante se come en Prusia y en Rusia, donde se hace provisión de él en grandes toneles en los cuales se conserva para el tiempo de carencia; lo que prueba que no hay que consultar sobre la bondad de los hongos al paladar y el estómago de los pueblos septentrionales.

IV. *Agaricus lactifluus* (L.), agaric laiteux, pediculado, con sombrero aplanado, cuya carne contiene un jugo lechoso; con láminas rojizas, con peciolo largo, carnoso, muy venenoso; en los bosques.

Los autores del informe hecho en la Sociedad de Medicina de Burdeos aportan varios ejemplos de envenenamiento por agáricos blancos, lechosos o no lechosos; observan juiciosamente que es equivocado que el pueblo asocie la idea de inocuidad al color blanco de ciertos hongos, y que no se puede inducir ninguna prevención favorable del color de los hongos, de sus formas elegantes, de sus rasgos de semejanza con otros hongos reconocidos como saludables, ni de los ataques de los gusanos y de las babosas; estos animalillos se nutren igualmente de los buenos y de los malos hongos.

De los *phallus*.

BUENOS HONGOS, *Phallus esculentus* (L.), la morille, sombrero oval, agrietado, con peciolo desnudo, asurcado; más o menos gruesa, blanca, leonada o negruzca; de un olor soso cuando está fresca, más agradable cuando está seca. Es el *boletus* de algunos autores y entre otros de *Micheli*

y de *Garidel*. La morille sazónada es un alimento de sabor agradable, pero este hongo puede devenir funesto cuando se le recoge después de varios días de lluvia, cuando contiene insectos o cuando comienza a ablandarse por vetustez. M. Gilibert padre, célebre médico y botánico de Lyon, ha visto dos ejemplos de ello (*Démonstration élémentaire de botanique*, tom. 3, pag. 304).

MALOS HONGOS, *Phallus impudicus* (L.), la morille fétide o le satyre; pedículo de cuatro a seis pulgadas de largo, hueco, cavernoso, blanco sucio o verdoso, oculto en una funda oval que encierra a toda la planta en su juventud; el sombrero en pequeña cabeza, cónica, con celdillas, umbilicada en lo alto, lívida o un poco verdosa en otoño, soltando un olor muy fétido cuando está desarrollada y un olor amoniacal cuando se la echa al fuego; en los bosques.

Se comen muchos otros hongos clasificados por Linneo en las *pétizes* y en las *clavaires*; pero hay sin comparación muchos más malos que buenos. Estando en Martigues he sabido que muchos pastores viviendo en otoño, como de costumbre, en la Crau de Arles, llanura pedregosa, conteniendo diversos hongos, habían sido envenenados por una clavaria que ellos habían tomado por la barba de cabra, *clavaria coralloides* (L.), de la que tenían costumbre de nutrirse los años precedentes.

867. En general todos los hongos tienen algo de crudo, puesto que nacen y maduran casi todos en poco tiempo; se digieren difícilmente, sobre todo cuando están secos, y si no se les divide bien por la masticación, los líquidos que se beben por encima los hinchan como una esponja, de donde resultan varios síntomas malos, incluso cuando no hayan sido venenosos. Todos los autores observan también que los más delicados pueden devenir peligrosos en cierta época de su desarrollo y coinciden en mirar a los que son muy viejos o muy esperados como habiendo adquirido cualidades malignas: esto es lo que hace que incluso los que tienen la costumbre de recoger hongos sean a menudo los primeros envenenados. Es posible también que la naturaleza de los lugares y la humedad de las estaciones den a esas plantas singulares cualidades venenosas. Yo he leído hace tiempo en las memorias de la academia de ciencias de no sé qué año, que el agua de una fuente había sido emponzoñada por unos hongos que no parecían sin embargo malignos.

Los señores médicos de Burdeos dicen en su informe que es de remarcar que ellos no han tenido ningún conocimiento de envenenamientos cau-



sados por hongos desecados, aunque sea verosímil que a veces se hayan cometido equivocaciones en su elección; se preguntan si esta producción perdería sus cualidades deletéreas por medio de la desecación. Pero hemos visto precedentemente que el agárico pimentado conserva su acritud y leemos en el diario general de medicina que la esposa de un médico fue envenenada por haber probado por distracción un trozo de hongo seco que fue obligada a expulsar tan pronto lo hubo masticado. Ese trozo de hongo era, así como algunos otros, de un color mucho más oscuro que los otros trozos; lo que probaba que esos hongos estaban mezclados de buenos y malos. El médico dio unos de esos trozos oscuros a un gato que era aficionado a los hongos; rehusó comerlos; le dio otros y los devoró (*Journal général de médecine*, tom. 26, pag. 265).

La preparación de los hongos malos con sal, grasas o especias, el ensayo por medio de diferentes metales y la cocción no son garantías suficientes para impedirles hacer daño. Hay miles de ejemplos de personas envenenadas después de todas esas precauciones. El medio más seguro de preservarse es de evitar el uso alimentario no solo de los hongos de los que se han constatado los efectos deletéreos, sino también de todos aquellos de cuya bondad e inocuidad no hayan sido bien probadas por un uso diario, y hay que remarcar que la cantidad de hongos venenosos es unas diez veces la de los hongos que pueden comerse sin peligro.

868. Los accidentes ocasionados por los hongos malos no son los mismos en todos los casos y en todos los individuos; varían quizá siguiendo la naturaleza del veneno y el grado de sensibilidad de los individuos. Tanto es así por los fenómenos de narcotismo con los que se anuncian, por debilidades, sudores fríos, cambio de los rasgos de la cara, vértigos, delirio oscuro; tanto por los dolores agudos, cólicos de estómago y de los intestinos, con retracción de los músculos del muslo, anuria, vómitos, etc.; tanto si no es que después de varias horas e incluso veinticuatro horas, como ya los hemos dicho precedentemente describiendo diversos de los síntomas de este envenenamiento.

Así la mujer del médico de la que ha sido cuestión antes, sintió media hora después, a pesar de que se hubo enjuagado la boca, malestar, escalofríos, náuseas, ganas de vomitar, esfuerzos inútiles de vómito y una sensación en el estómago extremadamente dolorosa; después vómitos continuos, palidez, sudores fríos, ojos casi mortecinos, pulso extremadamente bajo y pequeño. Los accidentes

han sido por el contrario extremadamente tardíos en el hecho siguiente, del que voy a dar el resumen.

“Un cultivador va el domingo a pasearse en un bosque vecino a su vivienda, acompañado de su mujer, embarazada de cerca de tres meses, y de sus tres niños, uno de cinco años y medio, el otro de cuatro y el tercero de dos años; encuentran hongos de diferentes especies, los cogen sin escoger y de vuelta a casa se les cocina y se los comen.

Desde la noche siguiente la mujer siente malestar y un dolor agravado en la región epigástrica; todos, durante la jornada del lunes, tuvieron un sentimiento de ahogo y de dolor de corazón, y náuseas frecuentes que en el padre fueron seguidas de vómito ese mismo día.

El martes, síntomas más graves, nuevos accidentes, náuseas continuas, vómitos de materias biliosas, respiración más entorpecida, dolores en toda la capacidad abdominal, pero más sensibles en el epigastrio; tenesmo, dificultad de orinar. Dos de los niños perecen esa misma noche y el tercero al día siguiente.

Desde el miércoles al viernes por la noche, el mal no cesa de agravarse en el padre y en la madre, dolores insoportables en el estómago, hacia los hipocondrios, región lumbar y región de la vejiga; meteorismo del bajo vientre, dificultad más grande de orinar, tenesmo más doloroso, deyecciones viscosas sanguinolentas por arriba y por abajo, cefalalgia, lengua seca, sed inextinguible, angustia, movimientos convulsivos de las extremidades; en el padre hemorragia nasal.

El viernes por la tarde hinchazón edematosa de las articulaciones de los pies y de las manos solamente en la mujer; en el marido escalofríos precursores de la gangrena de los intestinos.

El sábado, los epifenómenos siguientes en el padre: grietas, aftas, inflamación de la lengua y de la faringe, hipo, síncope, depresión e intermitencia del pulso, delirio, supresión de la excreción intestinal y de la orina, frío glacial de las extremidades, sudor frío universal, muerte.

El sábado, en la mujer (única restante de esta desgraciada familia) también ya movimientos convulsivos en las extremidades. Bebidas suavizantes y antiespasmódicas abundantes y una poción aceitosa y calmante le hacen devolver varios trozos informes de los hongos. Por la noche los vómitos son menos frecuentes, la orina comienza a correr, una deposición viscosa y fétida tiene lugar, los movimientos convulsivos de las extremidades cesan en el curso de la noche.



El domingo por la mañana los cólicos son menos fuertes, el meteorismo ha disminuido, etc. Cuatro días después, los accidentes casi han cesado; queda gran debilidad, hinchazón de las extremidades inferiores solamente, temblores de todas las extremidades, dolor fijo por encima de la órbita derecha, etc. La convalecencia ha sido larga, sin embargo tres meses después la mujer había retomado gordura y sentía muy claramente los movimientos de su niño." (*Journal général de médecine*, tom. 25, pag. 241)

El doctor *Piceo*, de Turín, en su memoria sobre los hongos, coronada en 1788 por la academia de Medicina, había hecho notar ya que los que se salvan de esos funestos accidentes viven largo tiempo mustios, demacrados, sometidos a calambres, a dolores y a dispepsia (*Ibid.* Tom. 24, pag. 215); es muy esencial tener en cuenta esta circunstancia cuando se trata de acusación de venenos lentos.

Las autopsias cadavéricas hechas por los médicos de Burdeos han presentado los fenómenos siguientes: "manchas violetas muy extendidas y numerosas en los tegumentos, vientre muy voluminoso, conjuntiva como inyectada, pupila contraída, estómago e intestinos inflamados y sembrados de manchas gangrenosas, esfacelo en alguna porción de esas vísceras, contracciones muy fuertes del estómago y de los intestinos, hasta el punto de que en estos las membranas engrosadas habían obliterado enteramente el canal; esófago inflamado y gangrenado en uno de los sujetos; en otro, íleon invaginado de arriba hacia abajo en una extensión de tres pulgadas; un solo individuo tenía el intestino grueso lleno de materia fecal. No se ha encontrado en ninguno vestigios de hongos, habían sido completamente digeridos o evacuados.

Los pulmones estaban inflamados y llenos de una sangre negra; el mismo relleno tenía lugar en casi todas las venas de las vísceras abdominales, en el hígado, en el bazo, en el mesenterio; trazas de inflamación y manchas gangrenosas en las membranas del cerebro, en sus ventrículos, en la pleura, los pulmones, el diafragma, el mesenterio, la vejiga, la matriz e incluso en el feto de una mujer embarazada que pereció en la calle *de la Taupe*; la sangre era muy fluida en esta mujer; estaba casi coagulada en otros individuos; la flexibilidad extrema de los miembros no ha sido constante."

869. No existe ningún específico propiamente dicho contra el envenenamiento por los hongos, y *Zeviani*, que ha tratado sabiamente esta materia, ha dicho juiciosamente, con Boerhaave, que el momento oportuno cuando un medicamento

es dado le hace específico. El vómito, cuando se está a tiempo, es ciertamente el mejor específico y el más seguro; el agua sola, templada o fría, los caldos ligeros y otros diluyentes de esa naturaleza, tomados abundantemente para favorecer los esfuerzos que hace la naturaleza para desembarazarse del veneno, son indudablemente unos medios excelentes.

Pero como lo prueba la experiencia, el envenenamiento por los hongos no se hace conocer ordinariamente hasta que esas sustancias han sido digeridas y no queda casi nada de ellas en las primeras vías; que por otra parte el vomitar y las deyecciones intestinales son los primeros síntomas que padecen los enfermos y que les ocasionan los mayores tormentos; que además las vías digestivas son ya el lugar de la irritación más violenta y de una diátesis inflamatoria que degenera pronto en gangrena; por estas razones no conviene emplear vomitivos y purgantes enérgicos más que cuando hay razones suficientes para creer que queda aún alguna porción del veneno en el canal alimentario, y se debe limitar a las bebidas diluyentes y suavizantes que calmen los síntomas al mismo tiempo que no detienen las evacuaciones. Así, entre los medios que han contribuido a salvar a la mujer embarazada que quedó de la familia de la que se ha hablado aquí delante, y que quizá habrían también arrancado de la muerte al padre, si el médico hubiera recurrido más temprano que el sexto día, debe contarse como mucho el agua de pollita, los mucilaginosos y el aceite de almendras dulces tomados abundantemente en bebidas y enemas. Su efecto ha sido no solamente suavizar y envolver, sino también hacer vomitar, incluso el sexto día, restos de los hongos, efecto que no me sorprende pues yo he visto varias veces no vomitar hasta después de varios días sustancias indigestas que fatigaban al estómago. El médico tuvo así la ventaja de salvar a la madre y de conservar su fruto, en lo que él no ha merecido ciertamente la censura, en mi opinión poco razonable, que se hace de su tratamiento en el diario.

También en Burdeos, cuatro años después, las bebidas ácidas, las mucilaginosas, los remedios diaforéticos, suavizantes y calmantes han sido de la más grande eficacia; el agua templada, el té ligero, el aceite de almendras dulces, la teriaca, el oxycrat, la leche en bebida y en enemas, los caldos con acedera y el jarabe de opio, han conservado la vida a gran número de individuos. La mayoría de los que han bebido muy poco han perecido y los que han tomado en abundancia agua templada y



otras bebidas han escapado. Se trata aquí de una experiencia sobre más de veinte individuos.

Cuando los hongos han sido evacuados o cuando han pasado ya a las segundas vías, todos los autores son de la opinión de dar los diaforéticos, sobre todo aquellos que actúan por la cantidad de líquido que les sirve de vehículo. El doctor *Piceo* observa con razón que no hay que dejarse llevar por los síntomas inflamatorios que parecerían exigir la sangría y los otros debilitantes; que hay entonces un eretismo desigual casi momentáneo, es decir que, mientras una parte del cuerpo está en un estado de inflamación, la otra está sin energía y agobiada por la acción sedante de la sustancia venenosa. Es en esta fase de la enfermedad cuando los antiguos empleaban la teriaca y el mitridato y los modernos recomiendan el éter sulfúrico, el licor anodino de Hoffmann, el amoniaco, el láudano líquido y otros tónicos difusibles. La esposa del médico fue al principio aliviada con agua fresca tomada en cantidad, después curada con fomentos calientes y una disolución de carbonato amoniacal en agua de menta pimentada tomada en cucharadas y a intervalos muy próximos; se añadió vino de Málaga. Se asocia con justa razón el láudano líquido a la poción de aceite de almendras dulces, de jarabe de violetas, de agua de lirio y de flor de naranjo, que fue tan útil a la mujer embarazada. Los médicos de Burdeos se aplican extremadamente al uso del opio, condenado, por el contrario, por *Piceo* y varios otros. El amodorramiento, dicen ellos, que tiene lugar a veces cuando los dolores, las convulsiones, la gangrena de los órganos interiores han determinado en las funciones del cerebro un desorden irremediable, no es motivo suficiente para rechazar el uso del opio. Este potente calmante, que ningún otro puede remplazar, debe ser prescrito diluido y a dosis alta; el solo puede, en ciertos casos, prevenir o detener los síntomas funestos que se deben temer; el oxycrat, que se hace beber en gran cantidad, es un correctivo suficiente de su virtud narcótica en esas circunstancias. Aparte de esto no se puede prescribir ninguna regla buena en todos los casos, porque todos los casos no se parecen, y depende de la sagacidad de un médico prudente e instruido el calcular los medios que debe emplear para evitar al enfermo una muerte casi cierta, cuando no se ha sido bastante afortunado para alcanzar el verdadero fin.

870. Los hongos son tan a menudo venenosos por sí mismos, que presentan a los malvados un medio fácil para conseguir su fin, mezclando veneno a ello y haciendo creer así que su víctima

ha sido envenenada por esas sustancias. Es lo que hizo Agripina al emperador Claudio, según el relato de todos los historiadores romanos; ella hizo poner veneno en un plato de hongos que ese príncipe gustaba mucho y del que sin embargo no hubiera perecido, habiendo sido pronto aliviado por deyecciones intestinales y el vomitar (*Annales de Tacite*, liv. 12). Se llegará a menudo a descubrir el fraude examinando la especie de hongos que se ha empleado y reconociendo, por los caracteres cuya descripción hemos dado con esta intención, si pertenecen a las especies venenosas. Cuando se podrá conseguir muestras, quizá en ciertas circunstancias se deducirán algunos indicios de la naturaleza de los síntomas, del tiempo en el que han comenzado a aparecer y de las trazas dejadas en el cuerpo, comparados con los efectos ordinarios de los hongos.

871. La vesse-de-loup-truffe (trufa pedo de lobo) *lycoperdon tuber* (L.), sustancia ya buscada por los antiguos romanos, tiene mucha analogía con los hongos, tanto por sus caracteres botánicos como por sus cualidades indigestas; no carece de peligro cuando está enmohecida y se le ha visto provocar, en ese estado, el vomito y unos cólicos atroces.

MATEO ORFILA nació en Mahón en 1787 y estudió Medicina en Valencia, Barcelona, Madrid y París. En esta última ciudad se hizo pronto famoso por sus innovaciones en las enseñanzas impartidas en la Facultad de Medicina, de la que llegó a ser decano; también por los importantes cargos que desempeñó, entre ellos el de miembro del Consejo Real de Instrucción Pública, y por intervenir como perito en casos judiciales de envenenamiento. Pero su fama llegó a ser mundial, sobre todo, por sus obras sobre temas médico-legales, que pronto se convirtieron en clásicas.

En el tomo IV de su obra **Tratado de medicina legal** dedicado a Toxicología se encuentra una parte dedicada a los hongos (ORFILA, 1849) que transcribimos literalmente:

IV *Síntomas y lesiones de tejido producidas por los hongos venenosos, y acción de estos, en la economía animal.*

Sería difícil, por no decir imposible, dar una descripción general de los síntomas a que dan origen los hongos venenosos, porque estos síntomas presentan notables diferencias según la especie y la cantidad de hongos ingeridos, y más particularmente porque proviene muchas veces el envenenamiento de una mezcla de hongos venenosos; por consiguiente, bastará dar una ojeada a las observaciones publicadas para que no quede



duda alguna relativamente a este punto; así que me guardaré muy bien de adoptar, con Devergie, la opinión de que los hongos solamente producen dos especies de fenómenos, a saber: que unos obran principalmente en el corazón, por ejemplo y en el sistema nervioso, y los otros en el conducto digestivo. Más exacto había sido Zeviani cuando decía: "El veneno de los hongos reúne en si solo las cualidades dañosas de todos los venenos y produce efectos variados y numerosos, según se haya tomado e introducido en las venas en mayor o menor cantidad." (Disertación inaugural). Me limitaré pues, a resumir los diferentes fenómenos que se han observado a consecuencia de estas intoxicaciones.

Generalmente no se manifiestan los efectos deletéreos de los hongos hasta pasadas muchas horas de haberlos comido y es menester que su principio activo se haya aislado, disuelto y absorbido por medio de la digestión. Verificado esto, siente el individuo dolores de estómago y de vientre y sudores fríos; estos dolores se hacen cada vez más intensos y llegan a ser casi continuos y atroces; se presentan vómitos y deposiciones albinas precedidas o acompañadas de aquellos dolores; sobreviene sed inextinguible, calor general, mucho más notable en la región del abdomen, pulso pequeño, duro y concentrado con respiración difícil. Poco después se observan calambres, rigidez muscular, convulsiones generales o parciales y desfallecimiento; sin embargo, conserva el enfermo integras las facultades intelectuales y siente acercarse la muerte en medio de los mayores sufrimientos. La duración de la enfermedad varía entre dos y cuatro, cinco o seis días, agotándose las fuerzas con los dolores y las convulsiones.

En otros casos, después de aparecer los síntomas que denotan una afección gastro-intestinal, experimentan los enfermos vértigos, delirio bajo, soñolencia y coma, fenómenos que solo interrumpen los dolores y las convulsiones y a veces los vómitos.

En ciertos enfermos no han precedido a los síntomas nerviosos, de que acabamos de hablar, los que pertenecen más particularmente a la afección gastrointestinal, pues estos enfermos sucumben bastante pronto a consecuencia de una profunda lesión del sistema nervioso caracterizada por fenómenos simultáneos de excitación y entorpecimiento, y también se agrega a las convulsiones violentas, al delirio intenso y a los dolores vivos, un estado comatoso y como apoplético.

En ciertas circunstancias parece que obran los hongos como los venenos sépticos: pues re-

pentinamente se pone pálida la piel y se cubre de sudor frío; apenas se percibe el pulso y los latidos del corazón; es rara y penosa la respiración, se extingue la vista y sobreviene la muerte sin sentir nada el enfermo. Hay casos, sin embargo, en que a estos mismos síntomas acompaña o sucede un estado convulsivo que se indica por el trismo, la tirantez y dureza del vientre, respiración agitada y como convulsiva, etc.; semejante estado es por lo general muy grave y no tarda en seguirle la muerte.

Lesiones de tejido producidas por los hongos venenosos. Aunque sean diferentes las lesiones cadavéricas según la especie de hongo que haya producido el envenenamiento, sin embargo, son menos numerosas las diferencias entre estas que las que presentan los síntomas; de suerte que la Sociedad de Medicina de Burdeos ha podido recoger noticias de las principales lesiones cadavéricas que se han observado a consecuencia de esta intoxicación. He aquí lo que dice el informe que le fue presentado en 26 de junio de 1809: "Manchas moradas, muy extensas en los tegumentos, vientre muy abultado, conjuntivas como inyectadas, pupilas contraídas, estómago e intestinos con señales de flogosis y sembrados de manchas gangrenosas, esfacelo en algunas porciones de estas vísceras, contracciones muy fuertes del estómago y de los intestinos hasta el punto de que en estos últimos se habían engrosado las membranas y obliterado enteramente el conducto; el esófago con vestigios de flogosis y gangrenado en uno de los individuos, en otro invaginado el íleon de arriba hacia abajo en la extensión de cuatro pulgadas y media, y un solo individuo tenía atascados los intestinos de materias fecales. En ninguno se encontraron restos de los hongos, sino que se habían digerido enteramente o evacuado. Los pulmones estaban inflamados e ingurgitados de sangre negra; se había verificado este mismo infarto en casi todas las venas de las vísceras abdominales, en el hígado, el bazo y el mesenterio; manchas de inflamación y manchas gangrenosas en las membranas del cerebro y en los ventrículos de este, en la pleura, los pulmones, el diafragma, el mesenterio, la vejiga, la matriz y aun en el feto de una mujer embarazada; en esta mujer se hallaba fluida la sangre y casi coagulada en otros individuos, pero no ha sido constante la flexibilidad extremada de los miembros."

Se ha visto después en los enfermos que habían experimentado síntomas muy marcados, que en ciertos casos estaban ingurgitados los vasos cerebrales, la sustancia cerebral salpicada de pun-



tos rojos y los ventrículos contenían serosidad clara y sanguinolenta.

Examen de ciertos caracteres considerados a propósito para reconocer los hongos de mala índole.

Paulet, Persoon y varios otros autores han creído que podrían tenerse por sospechosas las especies de hongos venenosos teniendo presentes la consistencia, el olor, color, sabor, etc. que presentan; pero son tantas las excepciones de las reglas generales dadas sobre el particular, que necesariamente han de ocasionar equivocaciones funestas. Se han indicado, dice el doctor Letellier, como peculiares de las especies peligrosas: 1º una consistencia blanda, sin embargo, no son dañosas la *tremella mesenteriformis* y el *agaricus typhoides*. 2º una consistencia leñosa o coriácea, pero los *polyporus* que son coriáceos, sirven de alimento en ciertos países. 3º un olor muy fuerte o desagradable, mas el *polyporus juglandis* que es comestible, casi asfixió a Bulliard. 4º un sabor desagradable, pero casi todos los agáricos de laminillas iguales, producen picor fuerte en la lengua y en la garganta y, sin embargo, el *hypodris bussogloides* tiene un sabor ácido detestable. 5º la presencia de una leche acre, pero se ha administrado a varios animales la mayor parte de las especies de hongos con leche acre, sin que hayan sentido por ello novedad ninguna. 6º el nacer en sitios sombríos, mas los clavarios y las mérulas nacen por lo común en lo más oculto de los montes. 7º el incremento rápido y la pronta disolución, pero no son dañosos el *agaricus typhoides* y casi todos los de su sección. 8º el tallo bulboso, pero este es propio del *agaricus solitarius* y el *colubrinus* que son excelentes setas comestibles. 9º los fragmentos de piel pegados al sombrero pero también los presentan el *agaricus solitarius* y muchas veces el *vaginatus*. 10º el pedicelo hueco y esta circunstancia es constante en el *agaricus colubrinus*, en el *castaneus* y en la helvella elástica. 11º el mudar de color la carne cuando se corta el hongo, pero el *boletus aurantiacus* le toma de color de rosa. 12º el color brillante de la superficie, pero también le presenta el hongo carmesí verdadero. 13º el color amarillo de azufre o rojo vivo, pero no son dañosos el *agaricus sulphureus* y muchos agáricos rojos. 14º la presencia de una robra, pero son comestibles muchos agáricos de robra. 15º la existencia de un collar; sin embargo, le tienen las mejores especies comestibles como el *agaricus edulis*, el *colubrinus*, el *solitarius* y el *aurantiacus*. (Letellier disertación inaugural, 1826, París).

Varía hasta el infinito la composición química de los hongos y no sirve por consiguiente de

manera ninguna para distinguir las especies comestibles de las venenosas. Las diferentes sustancias que hasta el día se han extraído son las que siguen: fungina, albumina, materia grasienta, una sustancia azoada insoluble en el alcohol, osmazomo, azúcar, gelatina, cera, resinas, ácido fúngico, ácidos benzoico y acético y sales de base de potasa y de cal. Los hongos venenosos contienen además una materia acre, sumamente fugaz, poco conocida, y un principio deletéreo que pretende Letellier haber extraído mezclado con sales de base de potasa y de sosa y que dice ser soluble en el agua y en todos los líquidos que la contienen, insoluble en el éter, incristalizable, inodora, insípida, y forma con los ácidos sales cristalizables, que no precipitan ni con los ácidos y álcalis debilitados, ni con el acetato de plomo y la infusión de nuez de agalla. Según los experimentos del doctor Letellier, este principio solo debe existir en los agáricos *bulbosus*, *muscarius* y probablemente en el *vernus*, pero deben repetirse estos experimentos antes de afirmarlo de una manera absoluta. Inyectado en el tejido celular del lomo de las ranas, a dosis bastante fuertes, produce poco más o menos iguales efectos que el opio.

Debemos a Pouchet, distinguido naturalista de Ruan, experimentos muy curiosos acerca del principio activo de la *amanita muscaria* y de la *amanita venenosa*. Dice haber observado que el agua en que se cocieron cinco o seis setas por espacio de un cuarto de hora, envenenó a los perros que la tomaron, produciéndoles una gastroenteritis violenta, que causó la muerte en poco tiempo, mientras que otros perros que comieron las setas privadas por la decocción de su principio activo, no tuvieron la menor novedad. (*Diario de química médica*, tomo V, año 1839, pag. 324).

REFERENCIAS

- BELLOC, J.J. (1807). *Cours de Médecine légale judiciaire, théorique et pratique*. Chez Méquignon l'aîné. Paris.
- FODERE, F.E. (1813). *Traité de Médecine légale et d'hygiène publique*. Tome quatrième. Imprimerie de Mame. Paris.
- ORFILA, M. (1849). *Tratado de medicina legal. Tomo IV: Toxicología*. Imprenta de D. José María Alonso. Madrid.
- PLENK, J.S. (1796). *Medicina y cirugía forense o legal*. Imprenta de la viuda e hijo de Marín. Madrid.
- ZACCHIA, P. (1751). *Quaestiones medico-legales. Tomus primus. Editio secunda*. Apud Simonem Occhi. Venetiis.



Bodas de cobre del Boletín Micológico de FAMCAL: 15 años de publicaciones

VELASCO SANTOS, J.M.¹

¹C/ Pontevedra 18, 1.º C, 37003 Salamanca, Salamanca, España. E-mail: juanmvs@telefonica.net

Resumen: VELASCO, J.M. (2021). Bodas de cobre del Boletín Micológico de FAMCAL: 15 años de publicaciones. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 167-184. Se muestran los 200 trabajos publicados en los primeros 15 años del *Boletín Micológico de FAMCAL* con tres ordenaciones diferentes: cronológica, por autores y temática, para facilitar a los lectores la búsqueda de los artículos. Asimismo, se relacionan los 16 taxones que se han descrito como nuevos o son nuevas combinaciones.

Palabras clave: publicaciones, boletines micológicos, micología, Castilla y León.

Summary: VELASCO, J.M. (2021). Copper wedding anniversary of the Boletín Micológico de FAMCAL: 15 years of publications. *Bol. Micol. FAMCAL* 16: 167-184. 200 studies published in the first 15 years of the *Boletín Micológico de FAMCAL* are shown with three different orderings: chronological, by authors and by subject, to make it easier for readers to look for any paper. Likewise, the 16 taxa that have been described as new or are new combinations are listed.

Keywords: publications, mycological bulletins, mycology, Castilla y León.

INTRODUCCIÓN

Con motivo de cumplir las “bodas de cobre” de nuestra publicación micológica (2006-2020); es decir, los 15 años de la salida del primer número del *Boletín Micológico de FAMCAL*, editado por la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL), hemos querido recopilar toda la información publicada en estos 15 números (Fig. 1) relacionándola de forma clasificada según unos criterios para que los lectores de todo tipo puedan hacer una rápida búsqueda de los artículos publicados. Creemos que puede ser de gran utilidad para los que ya vamos perdiendo memoria y se nos olvida hasta lo publicado en nuestro propio boletín.

Creemos de interés para la búsqueda de información realizar una organización de los trabajos publicados en tres grupos o categorías según tres criterios diferentes:

- Ordenación cronológica.
- Ordenación por autores (orden alfabético del primer autor).
- Ordenación temática.

La ordenación cronológica se basa en los índices de los 15 boletines que han sido publicados entre 2006 y 2020. Esta ordenación puede verse en la página web de Micocyl, apartado FAMCAL (<http://www.micocyl.es/famcal>), por lo que hemos decidido no exponerlo aquí.

En la ordenación por autores se disponen los trabajos por orden alfabético del apellido del primer autor. En los casos en que haya varios trabajos con el mismo primer autor, se ordenan por el segundo autor y así sucesivamente. Si un mismo autor o autores tienen varios trabajos del mismo año,

se diferencian añadiendo letras minúsculas (a, b, c) al año de publicación siguiendo el orden en el boletín. Hemos tenido que ajustar los apellidos de ciertos autores para que sean citados del mismo modo y todos sus trabajos aparezcan juntos. No se han tenido en cuenta las presentaciones de los 15 boletines. Las referencias se han estructurado de tal manera que sirvan como citación de dichos trabajos según las normas de nuestro boletín.

En la ordenación temática se secuencian los trabajos según un índice que hemos creado para tal fin, y que se muestra en la Fig. 2.

Para redactar este trabajo nos hemos inspirado en la clasificación bibliográfica que se hace cada año, en el apartado titulado “Bibliografía Botánica”, de la revista *Botanica Complutensis*, del Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución (Unidad de Botánica) de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid; y cuya responsable para los apartados *Fungi* y *Lichenes* es, actualmente, la liquenóloga Ana Rosa Burgaz. En dicha revista se clasifican las publicaciones entre los campos de conocimiento tratados habitualmente por los botánicos: *Algae* (algas), *Fungi* (hongos), *Lichenes* (líquenes), *Bryophyta* (musgos), *Pteridophyta* (helechos) y *Spermatophyta* (fanerógamas o plantas con semillas). Esto puede verse en el número 42, última revista publicada de *Botanica Complutensis* en la que figura el apartado “Bibliografía Botánica” (BURGAZ, 2018).

RESULTADOS

Durante estos 15 años de publicación de nuestro *Boletín Micológico de FAMCAL*, se han dado a conocer 200 trabajos de todo tipo, en el campo de



Fig. 1. Cubiertas de todos los números publicados del *Boletín Micológico de FAMCAL*. Incluido el número 16 del presente año.



TEMÁTICAS SELECCIONADAS:

- | | | |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| • Bibliografía | • Fitopatología micológica | • Mixomicotas |
| • Biografías e <i>In memoriam</i> | • Historia de la Micología | • Morfología y Anatomía |
| • Corología e Inventarios | • Intoxicaciones y micetismos | • Protección y conservación |
| • Ecología | • Metodología | • Sistemática y taxonomía |
| • Economía y Ordenación | • Micobiota o Micoflora | • Sistemática molecular |
| • Encuentros y Jornadas | • Micogastronomía | • Taxonomía • especies |
| • Etnomicología | • Micoquímica | • Taxonomía • géneros |
| • Fisiología y Genética | • Miscelánea | • Taxonomía • grupos. |

Fig. 2. Índice temático para clasificar los artículos del *Boletín Micológico de FAMCAL*.

la micología. Hay que destacar el esfuerzo realizado para poder editar un número cada año, no habiendo fallado en ninguno de los 15 años transcurridos. Si nos acercamos a la ordenación temática, veremos que la mayor aportación se hace en el ámbito de la taxonomía de especies, géneros y grupos (principalmente familias y órdenes) con 46 trabajos de taxonomía de especies, 32 de taxonomía de géneros y 11 de taxonomía de grupos, haciendo un total de 89 artículos. En segundo lugar, son los estudios sobre la micobiota de diferentes zonas con 17 artículos, seguidos de los trabajos sobre economía y ordenación con 16 artículos. Los demás quedan ordenados de la siguiente manera: las crónicas de nuestros encuentros, con 14 artículos; miscelánea, 9 artículos; etnomicología, 9 artículos; historia de la micología, 8 artículos; intoxicaciones, 8 artículos; bibliografía, 7 artículos; corología e inventarios, 6 artículos; biografías e *in memoriam*, 6 artículos; metodología, 4 artículos; mixomicotas, 3 artículos; protección y conservación, 2 artículos y sistemática y taxonomía, 2 artículos.

A continuación, se muestran las dos ordenaciones redactadas en este trabajo: A) ordenación por autores y B) ordenación temática.

A) ORDENACIÓN POR AUTORES

- ÁGREDA, T. & C. ALONSO (2008). *Gastromyces*: distintivo de calidad micoturística en Castilla y León. Modelo *Myas*. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 95-100.
- ÁGREDA, T. & M. FERNÁNDEZ (2008). Productividad micológica de una masa de *Pinus pinaster* del sudeste de la provincia de Soria. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 73-80.
- ALONSO, C. (2011). IX "Feria de la Trufa" negra de invierno en Abejar, Soria. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 217-220.
- ALONSO, J., M.A. GARCÍA, M.J. MELGAR, M.C. ABUÍN & M. CORRAL (2010). Elementos traza

en hongos comestibles. Repercusiones alimentarias y valoración nutricional. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 101-126.

- ALONSO, T. (2011). Crónica del IX Encuentro de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 221-224.

- ALTELARREA, J.M. & C. GÓMEZ (2015). El proyecto de innovación de MIKOGEST pondrá las TIC y técnicas de análisis Big data al servicio de la gestión sostenible del recurso micológico. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 5-6.

- ALTELARREA, J.M. & F. MARTÍNEZ-PEÑA (2007). Dinámica de la producción de carpóforos, presión recolectora y aprovechamiento del hongo ectomicorrícico comestible *Hygrophorus marzuolus* en Pinar Grande (Soria). *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 147-160.

- ÁLVAREZ NIETO, M.A. & J.A. ORIA DE RUEDA (2006). Caracterización económica del aprovechamiento de los hongos silvestres e implicaciones para su gestión. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 145-156.

- ANDRÉS BARRIO, J.J. (2010). Crónica del VIII Encuentro de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 177-181.

- ARAMENDI, R. & F. HIDALGO (2012). *Stropharia albonitens* y otras especies en abedules relictos de la provincia de Ávila. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 19-36.

- ARNANZ, E. (2015). Crónica del XIII Encuentro de La Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Quintana Redonda (Soria). *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 135-141.

- ARRILLAGA, P. & X. LASKIBAR (2007). Especies raras o poco conocidas de hongos macromicetos. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 13-22.

- ARRILLAGA, P. & L.A. PARRA (2009). Tres nuevas citas de *Agaricus laskibarii* en las Landas de Gascogne (Francia). *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 31-38.



- ARRILLAGA, P. & J. RIEZU (2011). Favolaschia calocera, una especie de origen tropical recolectada en el País Vasco. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 13-18.
- ARRILLAGA, P., J. FERREÑO & J.I. ITURRIOZ (2010). Especies raras o poco conocidas de hongos macromicetos IV. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 65-76.
- ARRILLAGA, P., J.M. LEKUONA & I. OLARIAGA (2008). Especies raras o poco conocidas de hongos macromicetos II. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 85-94.
- ARRILLAGA, P., I. MAYOZ & I. OLARIAGA (2009). Hallazgo de Cortinarius arcanus en el litoral atlántico francés. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 105-112.
- ARROYO, I. & F.J. CARLÓN (2015). Paralepistopsis amoenolens, una especie tóxica presente en los parques periurbanos de la ciudad de Burgos. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 11-20.
- BARAHONA CORDERO, C. (2006). La trufa, una "patata mágica" o una "criadilla". *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 167-168.
- BELLIDO, F., M. TAPIA, I. PAZ, & C. LAVOISE (2014). Nuevas aportaciones corológicas de Myxomycetes del orden Trichiales para la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 21-42.
- BLANCO-DIOS, J.B. & O. REQUEJO (2011). Aportaciones al conocimiento del género Agaricus en el noroeste de la península ibérica (III): Agaricus subrufescens, segunda cita para España y Portugal. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 19-24.
- BOZA, C. & J. DE UÑA Y VILLAMEDIANA (2011). Ciclo biológico y atlas evolutivo de un bello mixomiceto de identificación problemática: Cribraria aurantiaca. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 25-38.
- BOZA, C., C. SÁNCHEZ-CARCAVILLA & J. DE UÑA Y VILLAMEDIANA (2010). Taphrina rhizophora, primera cita para la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 89-100.
- CABALLERO, A. (2010). Algunas especies raras o interesantes de Agaricales recolectadas en La Rioja (España). *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 37-52.
- CABALLERO, A. & R. MARTÍNEZ (2012). Leucogaricus erioderma, una especie rara y poco citada. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 75-78.
- CABALLERO, A. & G. MUÑOZ (2011). Algunas especies raras o interesantes de Agaricales recolectadas en la península ibérica (España). *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 39-62.
- CABALLERO, A., G. MUÑOZ & M. CONTU (2014). El complejo de Lepiota arenicola en La Rioja (España). *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 59-70.
- CABERO, J. (2008). Aportaciones al conocimiento de las especies de hongos hipogeos en la provincia de Zamora. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 13-30.
- CABERO, J. (2009). Primera cita para la Península Ibérica de Tuber malacodermum. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 19-30.
- CABERO, J. (2011). Segunda cita para la Península Ibérica de Gymnomyces ilicis. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 63-68.
- CABERO, J. & J. PÉREZ-PÉREZ (2012). Pachyphloeus oleiferus (Ascomycota, Pezizaceae) sp. nov., un nuevo hongo hipogeo localizado en Zamora (España). *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 105-118.
- CADIÑANOS, J.A. & E. FIDALGO (2011). Algunas especies de Lactarius interesantes de León, Asturias y Cantabria. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 69-74.
- CAMPOS, J.C. (2015). Contribución al conocimiento del género Cortinarius en el centro peninsular (III). *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 21-36.
- CAMPOS, J.C. & L. RUBIO CASAS (2009). Contribución al conocimiento del género Cortinarius en el centro peninsular (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 39-56.
- CAMPOS, J.C. & L. RUBIO CASAS (2010). Contribución al conocimiento del género Cortinarius en el centro peninsular II. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 53-64.
- CAMPOS, J.C., L. RUBIO & J.C. ZAMORA (2008). Amanita gioiosa, una especie mal conocida en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 41-50.
- CASARES, P. (2013). Setas de Babia, un modelo de gestión. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 87-94.
- CASARES, P., A. TERRÓN & B. LLAMAS (2011). Nuevas aportaciones al conocimiento de los hongos de la cordillera Cantábrica (León). *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 75-82.
- CASTRO, M.L. (2006). El género Coprinus (Basidiomycota, Coprinaceae) en la micoteca LOU-Fungi (CIFA Lourizán, Pontevedra). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 75-82.
- CENTENO, F., D. VILLADA & A.M. SÁNCHEZ. (2019). Situación actual de la declaración de terrenos para el aprovechamiento micológico de acuerdo con el Decreto 31/2017, de 5 de octubre, que regula el Recurso Micológico Silvestre en Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 145-152.
- CEREZAL FERNÁNDEZ, J. (2008). Historia de los hongos o los hongos en la historia. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 143-146.
- CONEJO, F. (2017). Crónica del XV Encuentro de La Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Barruelo de Santullán (Palencia). *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 145-152.
- CUESTA, J., N. SANTAMARÍA & S. SERRANO (2011). Cantharellus romagnesianus, Cantharellus gallaecicus, Mycenella rubropunctata y



- Pholiotina stripes, cuatro especies poco frecuentes encontradas en Candás (Asturias). *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 83-96.
- CUESTA, J., N. SANTAMARÍA & S. SERRANO (2012). *Mycena smithiana*, "*Mycena rosella* var. albida", *Galerina subclavata*, *Nidularia deformis* y *Lasiobolus cuniculi*, algunas especies poco frecuentes recolectadas en la Sierra de Neila y alrededores (Burgos). *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 119-130.
- DANIËLS, P.P. (2016). Notas en Gomphales VI: Especies recolectadas en el valle de Benasque y su entorno (Huesca). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 41-52.
- DANIËLS, P.P. & M.T. TELLERÍA (2007). Notas sobre el orden Gomphales (III): taxones de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 23-38.
- DE CASTRO ALFAGEME, S. (2006). Breve crónica de los encuentros de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 179-182.
- DE CASTRO ALFAGEME, S. (2007). Ingresos hospitalarios de intoxicados por consumo de setas en Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 39-46.
- DE CASTRO ALFAGEME, S. (2009). Reseñas bibliográficas. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 139-142.
- DE CASTRO ALFAGEME, S. & A. TORRES GÓMEZ (2008). Actuaciones de la Agencia de Protección de la Salud y Seguridad Alimentaria (APSA) con relación a las setas. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 105-110.
- DE ESTEBAN-RESINO, J. & S.P. GORJÓN (2016). *Phanerochaete tamariciphila*, *Phlebia caspica* y *Sistotremella hauerslevii*, tres raros corticioides homobasidiomicetos en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 13-22.
- DE ESTEBAN-RESINO, J. & S.P. GORJÓN (2017). *Hyphoderma deviatum* (Meruliaceae, Basidiomycota) en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 61-66.
- DE UÑA Y VILLAMEDIANA, J. (2009a). En recuerdo de mi gran amigo y micólogo aragonés, Fernando Palazón. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 17-18.
- DE UÑA Y VILLAMEDIANA, J. (2009b). Dos ascomicetos pirófilos tipo "hongos rescoldo". *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 79-90.
- DE UÑA Y VILLAMEDIANA, J., C. BOZA & C. SÁNCHEZ-CARCAVILLA (2010). *Lamproderma guilmae*, primera cita para España de un bello y muy raro mixomiceto. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 21-36.
- EIROA GARCÍA-GARABAL, J.A. (2006). Las setas en el Camino de Santiago. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 169-172.
- EIROA GARCÍA-GARABAL, J.A. (2007). Los hongos en la obra "Historia Naturalis" de Johannes Aegidius Zamorensis. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 161-166.
- EIROA GARCÍA-GARABAL, J.A. (2008). ¿Conocían los etruscos los hongos? *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 139-142.
- ESCOBIO GARCÍA, V.J. (2010). Las setas comestibles y venenosas en las Islas Canarias. Algunas aportaciones para su conocimiento. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 131-140.
- ESTALAYO, L. (2016). Crónica del XIV Encuentro de La Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Villamuriel de Cerrato (Palencia). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 147-149.
- ESTEVE-RAVENTÓS, F., G. MUÑOZ, A. CABALLERO & P. LAINÉ (2012). *Inocybe urbana* (Inocybaceae, Agaricales), primera cita para España y segunda mundial. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 79-84.
- FAMCAL (2006). Manifiesto por "La sostenibilidad de los hongos y de los bosques". *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 177.
- FAMCAL (2009). Manifiesto por "La sostenibilidad de los hongos y de los bosques". *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 149.
- GARCÍA AYAS, M.P. (2009). Crónica del VII Encuentro de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 143-148.
- GARCÍA-BLANCO, A. (2006). El género *Hysterangium* en Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 47-54.
- GARCÍA-BLANCO, A. (2008). *Tubaria praestans*, rara especie, ausente hasta ahora en la bibliografía nacional. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 81-84.
- GARCÍA-BLANCO, A. & G. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ (2007). *Peziza subisabellina*: Posible nueva cita para España. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 115-118.
- GARCÍA-BLANCO, A. & G. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ (2009). *Encoelia fascicularis*. Raro ascomiceto en la ribera del Pisuerga a su paso por Valladolid. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 91-94.
- GARCÍA-BLANCO, A. & J.O. MORI-GUTIÉRREZ (2007). *Tricholomella leucocephala*, posible primera cita para el catálogo nacional. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 103-106.
- GARCÍA-BLANCO, A., D. RODRÍGUEZ & M. BLANCO (2008). *Humaria aurantia*, un raro ascomiceto invernal, presente en Los Montes Torozos. Primera cita para el catálogo nacional. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 37-40.
- GARCÍA-JIMÉNEZ, P. (2007). Reseña bibliográfica. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 167-170.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2006). *Mycena purpureofusca* en la Sierra de Guadarrama. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 19-20.



- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2007). Algunas variaciones de *Mycena amicta*. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 107-110.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2010). Nuevos hallazgos de textos sobre hongos anteriores a 1700. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 141-156.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2012). Nuevos hallazgos de textos sobre hongos anteriores a 1700 (II). *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 131-138.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2013). Nuevos hallazgos de textos sobre hongos anteriores a 1700 (III). *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 127-136.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2018). Insistiendo sobre el cornezuelo del centeno. *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 139-144.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2019). Nuevos hallazgos de textos sobre hongos anteriores a 1700. IV. 14: 153-162.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2020a). Difíciles de convencer. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 93-98.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2020b). Falsas muertes por setas venenosas. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 99-102.
- GÓMEZ URRUTIA, J. (2009). Parque micológico Ultzama: Una experiencia pionera en Navarra. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 127-134.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, H. (2006). Setas: ecología, ocio y negocio. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 175-176.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, H. (2009). Setas, Dioses, Mortales y Micóforos: Algunas hipótesis y curiosidades históricas. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 135-138.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, H. (2010). Volverán los árboles y las setas. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 171-172.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, H. (2012). La otra mirada. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 139.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, H. & T. JARILLO (2014). Setas, fandangos y langostinos. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 123-128.
- GONZÁLEZ IBÁÑEZ, E. & V. ROSSELLI (2008). Citarías (*Cyttaria* sp. pl.) sudamericanas y algunas formas de prepararlas. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 111-114.
- GONZALO, M.Á. & M.Á. RIBES (2007). *Gomphus crassipes*, primera cita para Castilla-La Mancha. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 143-146.
- GONZALO, M.Á. & M.Á. RIBES (2011). Dos especies del género *Ustilago* de la provincia de Guadalajara (España). *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 97-100.
- GORJÓN, S.P. (2007). Sobre los Corticiáceos s.l. presentes en la provincia de Zamora (I). La Guareña. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 89-102.
- GORJÓN, S.P. (2009). Reflexiones sobre la taxonomía y sistemática de hongos con especial atención a los Aphylllophorales. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 119-126.
- GORJÓN, S.P. & A. BERNICCHIA (2008). Algunas especies raras o interesantes de Aphylllophorales s.l. que fructifican sobre *Juniperus oxycedrus* en el Parque Natural de Arribes del Duero (Salamanca, España). *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 61-72.
- GORJÓN, S.P. & A. BERNICCHIA (2009). *Amylothelia amylacea* (Amylocorticiaceae, Basidiomycota), novedad para la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 57-62.
- GREUTER, W. (2010). Crítica de Werner Greuter al Boletín Micológico de FAMCAL. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 13-14.
- HIGELMO, M.Á. (2012). Crónica del X Encuentro de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 141-147.
- JIMÉNEZ, S. (2007). *Craterellus cornucopioides*. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 171-172.
- JIMÉNEZ, S. & H. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ (2013). Crónica del XI Encuentro de la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Cuevas del Valle (Ávila). *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 137-141.
- LABAJO, A.M. (2018). Crónica del XVI Encuentro de la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL): Una jornada inolvidable en Miranda del Castañar (Salamanca). *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 145-152.
- LÓPEZ CUETO, M. (2007). El género *Hysterangium* Vittad. (1831) en el norte de España. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 123-138.
- LÓPEZ ESTEBARANZ, M., F. MARTÍNEZ-PEÑA, M. MOLINA IBÁÑEZ, A. HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ DE ROJAS & J.A. LUCAS SANTOLAYA (2006). Balance socioeconómico y funcional del primer año de aplicación de la experiencia piloto de regulación de la recolección de setas en montes de U.P. de la zona de Pinares de Almazán (Soria). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 117-126.
- MAHIQUES, R. (2006). El género *Cortinari* en León y zonas limítrofes (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 95-116.
- MAHIQUES, R. (2008). Cortinarios recogidos en Zamora durante las XIV Jornadas de la CEMM-2006 en Bragança (Portugal). *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 51-60.
- MAHIQUES, R. & J. BALLARÀ (2011). Cortinarios de aparición primaveral (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 101-116.
- MARCO, P., M.E. VENTURINI, C.S. RIVERA, C. LÓPEZ & D. BLANCO (2011). Determinación de pH y contenido acuoso en carpóforos comesti-



- bles ofertados comercialmente: valoración de metodologías. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 145-154.
- MARCOS LASO, B., J.M. VELASCO, A. GARCÍA-BLANCO, A. GARCÍA-VICENTE, M. FERNÁNDEZ TOIRÁN, T. ÁGRED A CABO, F. MARTÍNEZ-PEÑA & A. HERGUETA PERLADO (2006). Hacia una lista roja preliminar de hongos para Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 83-94.
- MARTÍNEZ DE LA HERA, J. (2008). El género *Tirmania* en Israel. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 101-104.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & A. CABALLERO (2015). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 73-88.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & A. CABALLERO (†) (2016). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (II). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 79-100.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & F. MARTÍNEZ (2017). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (III). *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 67-90.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & F. MARTÍNEZ (2018). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (IV). *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 11-40.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & F. MARTÍNEZ (2019). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (V). *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 47-70.
- MARTÍNEZ-GIL, R., C.M. PÉREZ DEL AMO & A. EZQUERRO (2020). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (VI). *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 47-76.
- MARTÍNEZ-PEÑA, F., A. PICARDO, C. REDONDO & J. LATORRE (2015). Micocyl.es: El programa de micología de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 125-134.
- MARTÍNEZ, F., R. MARTÍNEZ-GIL, A. MELÉNDEZ & C.M. PÉREZ-DEL-AMO (2013). *Lambertella palmeri*, un ascomiceto muy poco citado, encontrado en La Rioja. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 11-16.
- MATEO, J.F. & J. CUESTA (2014). *Mycena conicoalba* y *Entoloma sclerotigenum*, dos taxones poco conocidos encontrados en Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 43-50.
- MONEDERO GARCÍA, C. (2009). En memoria de Fernando Palazón (1941-2009). *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 13.
- MONEDERO GARCÍA, C. & R. FERNÁNDEZ SASIA (2009). Tres especies interesantes del género *Inocybe* de la comarca de La Bureba (Burgos). *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 95-104.
- MORI-GUTIÉRREZ, J.O. (2007). Crónica del V Encuentro de asociaciones micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 177-179.
- MUÑOZ, G. (2019). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (V). *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 11-28.
- MUÑOZ, G. & A. CABALLERO (2012). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 37-74.
- MUÑOZ, G. & A. CABALLERO (2013). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* (incluidos taxones ahora transferidos a los géneros *Coprinopsis* y *Parasola*) en la Península Ibérica (II). *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 17-46.
- MUÑOZ, G. & D. DESCHUYTENEER (2020). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (VII): *Psathyrella romagnesii*, primera cita. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 41-46.
- MUÑOZ, G. & C. ROJO (2017). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (III): *Psathyrella epimyces*. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 101-108.
- MUÑOZ, G. & L. SÁNCHEZ-SÁNCHEZ (2018). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (IV). *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 41-60.
- MUÑOZ, G., A. CABALLERO & J.C. ZAMORA (2014). Nuevos hallazgos de una especie casi "fantasma": *Leucoagaricus bonii*. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 51-58.
- MUÑOZ, G., D. DESCHUYTENEER & A. MELÉNDEZ (2020). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (VI): profundizando en el complejo "effibulata-complutensis". *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 29-40.
- MUÑOZ, J. A. (2006). Una recolecta de *Leccinum holopus* en El Pinar de Lillo (León). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 21-24.
- ORIA DE RUEDA, J.A., A.M. MARTÍNEZ DE AZAGRA, B. DE LA PARRA, J. OLAIZOLA, P. MARTÍN PINTO & A. ÁLVAREZ (2006). La Selvicultura y Ordenación Fúngicas en la revalorización de los montes. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 25-42.
- PANCORBO, F., M.A. RIBES, S. SANTAMARÍA. & J. CUESTA (2009). *Hebeloma hetieri*, una especie poco frecuente. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 71-78.
- PARRA, L.A. (2006). Abreviaturas estandarizadas de los autores, libros y revistas de micología para su uso en trabajos micológicos. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 157-166.
- PARRA, L.A. (2008). Directrices básicas a tener en cuenta para la preservación de colecciones fúngicas en un herbario personal o para su envío a un herbario institucional. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 115-124.
- PARRA, L.A. (2014). Crónica del XII Encuentro de la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Aranda de Duero (Burgos). *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 129-136.



- PARRA, L.A. (2016). In memoriam, Agustín Caballero Moreno (11 marzo 1948 - 8 septiembre 2016). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 9-12.
- PARRA, L.A. (2020). In Memoriam: Francisco de Diego Calonge. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 11-12.
- PARRA, L.A. & A. CABALLERO (†) (2017). *Agaricus pietatis*, una especie nueva de *Agaricus* sect. *Minores* encontrada en España. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 137-144.
- PARRA, L.A. & P.P. DANIËLS (2019). Breve apunte sobre la primera intoxicación por *Agaricus phaeolepidotus* en el mundo. Cuadro clínico de la persona afectada y estudio filogenético de los ejemplares recolectados. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 39-46.
- PARRA, L.A. & N. MACAU (2012). *Agaricus bois-seletii*, primeras citas para España. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 13-18.
- PARRA, L.A., J.L. PÉREZ-BUTRÓN & J. DE ESTEBAN (2015). Primeras citas de *Agaricus cupressicola* en España. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 37-46.
- PARRA, L.A., J. PIQUERAS & R. SANTOS-LUQUE (2017). Primera intoxicación por *Chlorophyllum molybdites* en España. Cuadro clínico de las personas afectadas y estudio taxonómico y filogenético de los ejemplares recolectados. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 109-124.
- PARRA L.A., J.I. GÓMEZ-RISUEÑO, E. DE LUCAS & C. LERA (2015). La actual regulación de la cesión directa de setas a establecimientos locales de venta al por menor al consumidor final, problemática de su puesta en marcha y propuestas para corregir los aspectos inconcretos y ambiguos de la misma. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 115-124.
- PARRA, L.A., G. MUÑOZ, C.M. PÉREZ-DEL-AMO, F. MARTÍNEZ, R. MARTÍNEZ-GIL & A. MELÉNDEZ (2017). Semblanza de nuestro querido amigo Agustín Caballero Moreno. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 11-20.
- PAZ, A. & C. LAVOISE (2011). *Elaphomyces virgatosporus*, primera cita para la Península Ibérica de una especie con escasas localizaciones en el mundo. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 117-122.
- PAZ, A. & C. LAVOISE (2013). Propuesta de dos nuevas especies de hongos hipogeos y una primera cita para la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 71-86.
- PAZ, A. & C. LAVOISE (2019). "Hongos y Myxomycetes", nuestro mundo fotográfico. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 83-108.
- PAZ, A., C. LAVOISE, L. BARRIO, F. RICHARD & P.A. MOREAU (2012). Propuesta de dos nuevas especies del género *Elaphomyces*, dos primeras citas para la Península Ibérica y una clave de identificación de las especies del género para Europa. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 85-104.
- PAZ, A., J.M. VIDAL, C. LAVOISE & P.A. MOREAU (2014). Primeros datos para una revisión del género *Octaviania* en Europa: *O. depauperata* comb. & stat. nov., *O. depauperata* var. *laurarum* var. nov. y *O. vacekii* sp. nov. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 77-98.
- PAZ, A., J.M. VIDAL, C. LAVOISE & P.A. MOREAU (2016). Revisión taxonómica del género *Octaviania* (Boletales) en Europa. *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 101-138.
- PÉREZ-DE-GREGORIO M.A., J. CARBÓ & R. FERNÁNDEZ SASIA (2007). *Porpoloma spinulosum* (Kühner et Romagn.) Singer, una especie poco frecuente. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 111-114.
- PIQUERAS, J. (2007). El trasplante de hígado en el tratamiento de la intoxicación por setas. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 119-122.
- PLÁCIDO IGLESIAS, J. (2006). Dos especies del género *Geoglossum* del Parque Natural de Urkiola (Bizkaia). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 43-46.
- PLÁCIDO IGLESIAS, J. (2007). *Geoglossaceae* - Parte II. *Trichoglossum hirsutum* y *Trichoglossum walteri*. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 47-50.
- RAMÍREZ, S. & A. GOENAGA (2013). Hongos y espacios protegidos. ¿Fin a una larga historia de desencuentros y oportunidades? *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 95-102.
- REQUEJO, O. (2009). Algunos hongos con silueta clavarioide encontrados en la provincia de León. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 63-70.
- REQUEJO, O. (2010). Novedades corológicas de hongos macromicetos para Galicia (NO de la Península Ibérica). *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 81-88.
- REQUEJO, O. & M.L. CASTRO (2014). Algunas especies de macromicetos interesantes recolectadas en Galicia. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 11-20.
- REYES, A.M. & L.A. PARRA (2020). *Agaricus bois-seletii*, nuevas citas para España. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 13-18.
- RIBES, M.Á., J. CUESTA & E. ARCONADA (2011). Algunos ascomicetos interesantes de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 123-134.
- RODRÍGUEZ PUERTA, A. (2006). Mujer venenosa. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 173-174.
- RODRÍGUEZ, B., A. CABALLERO & G. MUÑOZ (2014). *Leucoagaricus georginae*, una rara especie encontrada en Galicia. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 71-76.
- RUBIO, E. & A. SUÁREZ (2010). *Jugulospora rotula*, *Strattonia minor* y *Strattonia carbonaria* (Sordariales, Lasiosphaeriaceae). Tres infrecuentes pirenomicetos carbonícolas, nuevos para la micoflora asturiana. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 15-20.



- RUBIO, E. & J.M.C. MARCOTE (2019). Dos interesantes pirenomicetos del norte de la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 29-38.
- RUBIO, E. & P. ZAPICO (2016). Pseudoplectania epispagnum (Pezizales, Sarcosomataceae) en el Parque Natural de Somiedo (Asturias). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 139-146.
- RUBIO, E., A. SUÁREZ & A. ROMÁN (2010a). Gyromitra martinii (Pezizales, Discinaceae). Una infrecuente especie vernal hallada en las montañas asturianas. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 77-80.
- RUBIO, E., A. SUÁREZ & A. ROMÁN (2010b). Cystoderma simulatum, una infrecuente especie lignícola nueva para el catálogo micológico asturiano. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 127-130.
- RUIZ MATEO, A. (2017). Identificación de las especies del género Parasola presentes en la Península Ibérica por sus caracteres no deliquescentes. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 125-136.
- RUIZ MATEO, A. & J. BLEDA (2011). Coprinopsis vermiculifer, una especie poco común recogida en el Parque Nacional de Sierra Nevada. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 135-140.
- RUIZ MATEO, A. & D. CERDÁN (2016). El complejo "radiata" del género Coprinopsis, en las zonas ganaderas de Vinuesa (Soria). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 23-40.
- RUIZ MATEO, A. & G. MUÑOZ (2019). Tres especies poco conocidas de los géneros Coprinopsis y Coprinellus: primeras localizaciones en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 71-82.
- RUIZ MATEO, A., P. IGLESIAS, B. RODRÍGUEZ & G. MUÑOZ (2013). Coprinopsis xenobia, descripción y primeras localizaciones en España. Comparación filogenética con Coprinopsis luteocephala. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 63-70.
- SAIZ, R.L. (2019). Crónica del XVII Encuentro de La Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Segovia. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 163-167.
- SALOM, J.C. & J.L. SIQUIER (2017). Leucocoprinus heinemannii, una especie alóctona, antropófila y poco citada, encontrada en Mallorca (Illes Balears, España). *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 55-60.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, L., F.J. MATEOS & J.M. VELASCO (2017). Craterocolla cerasi (Sebaciales, Basidiomycota), una especie muy rara encontrada en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 91-100.
- SÁNCHEZ, J.A. & F. TEJEDOR (2006). El género Lactarius en Puebla de Lillo (León) (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 127-144.
- SUÁREZ, E. & L.A. PARRA (2020). Agaricus lusitanicus, primeras citas para España. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 19-28.
- TEJEDOR, F. & J. ÁLVAREZ (2011). Brote de intoxicación alimentaria asociado al consumo de Tricholoma josserandii. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 141-144.
- UCIO CASTAÑÓN, J. (2007). La Asociación Micológica Leonesa "San Jorge" recibe la Insignia de Oro de la Ciudad de León. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 173-176.
- UCIO CASTAÑÓN, J. (2008). Crónica del VI Encuentro de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 147-153.
- VALLÉS ROJO, J. (2007). El agárico como medicina real. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 165-166.
- VALLÉS ROJO, J. (2009). En recuerdo de Carlos Cidón. Carlos Cidón, bosques y setas. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 15-16.
- VALLÉS ROJO, J. (2010). Los premios Amanita. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 173-176.
- VELASCO, J.M. (2010). Hongos perjudiciales para la Humanidad (I): Hongos parásitos de humanos y animales. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 157-170.
- VELASCO, J.M. (2013). Hongos perjudiciales para la humanidad (II): hongos parásitos de plantas. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 103-126.
- VELASCO, J.M. (2014). Bibliografía sobre biodiversidad micológica de Castilla y León (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 99-122.
- VELASCO, J.M. (2015). Hongos perjudiciales para la humanidad (III): hongos productores de micotoxicosis, alergias y hongos destructores de alimentos y de diversos materiales. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 95-114.
- VELASCO, J.M. (2018). Inventario micológico de Castilla y León (IMCAL-1): análisis inicial, nueva bibliografía y filos Zygomycota y Ascomycota. *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 61-138.
- VELASCO, J.M. (2019). Alimentos y bebidas producidos por fermentación con intervención de hongos (I): alimentos de origen animal y de cereales. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 109-144.
- VELASCO, J.M. (2020a). Mapa de la micología: los ríos del conocimiento micológico y línea de tiempo. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 77-92.
- VELASCO, J.M. (2020b). Inventario micológico de Castilla y León (IMCAL-2): Gasterales s.l. (Basidiomycota, Basidiomycetes) y nueva bibliografía. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 103-168.
- VELASCO, J.M. & G.J. GARCÍA-CUESTA (2008). Propuesta para debate ante la regulación del aprovechamiento micológico en Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 125-138.
- VELASCO, J.M. & T. VELASCO-HERNÁNDEZ (2006). La Sistemática de los hongos: locura o necesidad. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 55-76.
- VELASCO J.M., A. MARTÍN & A. GONZÁLEZ (2011). Los nombres comunes y vernáculos castellanos de las setas: Micoverna-I. Primera recopilación



- realizada a partir de literatura micológica e informativas. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 155-216.
- VELASCO, J.M., J. MATEOS & J.M. MAYORDOMO (2013). Posibles primeras citas de *Verpa krombholzii* en España. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 47-62.
- VELASCO, J.M., J.A. HERNÁNDEZ-MELCHOR, F. BELLIDO, J.M. DELGADO HERNÁNDEZ, I. DE SANTIAGO, S. ELENA, F.I. ESTÉVEZ, L.A. FERNÁNDEZ-MONGE & al. (2007). Aportaciones corológicas de macromicetos para la provincia de Salamanca (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 51-88.
- VELASCO, J.M., J.I. GÓMEZ-RISUEÑO, A. ROMÁN & F. BELLIDO (†) (2017). Cornezuelo, ergotismo, ergolinas y ciclo biológico de *Claviceps purpurea* en imágenes. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 21-54.
- VIDAL, J.M., J.M. BELLANGER & P.A. MOREAU (2016). Tres nuevas especies gasteroides del género *Entoloma* halladas en España. *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 53-78.
- VIDAL, J.M., P. JUSTE, F. GARCÍA, J.M. BELLANGER & P.A. MOREAU (2015). Hongos secotioides del género *Lepiota*: dos nuevas especies, dos nuevas combinaciones y reevaluación del género *Cribrospora*. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 47-72.
- VILA, J. (2007). Notas sobre el género *Rhodocybe* en Cataluña (I). *Rhodocybe cuprea* y *Rhodocybe nittellina*. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 139-142.
- VILA, J. (2008) Notas sobre *Mycena nucicola*, una especie poco frecuente recolectada en los Pirineos de Cataluña. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 31-36.
- ZAMORA, J.C. (2009). *Tremella giraffa*, nueva cita para la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 113-118.
- ZAMORA, J.C. & E. RUBIO (2015). *Geastrum smaragdinae*, una especie rara en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 89-94.

B) ORDENACION TEMÁTICA

Bibliografía

- DE CASTRO ALFAGEME, S. (2009). Reseñas bibliográficas. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 139-142.
- GARCÍA-JIMÉNEZ, P. (2007). Reseña bibliográfica. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 167-170.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2010). Nuevos hallazgos de textos sobre hongos anteriores a 1700. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 141-156.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2012). Nuevos hallazgos de textos sobre hongos anteriores a 1700 (II). *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 131-138.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2013). Nuevos hallazgos de textos sobre hongos anteriores a 1700 (III). *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 127-136.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2019). Nuevos hallazgos de textos sobre hongos anteriores a 1700. IV. 14: 153-162.

- VELASCO, J.M. (2014). Bibliografía sobre biodiversidad micológica de Castilla y León (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 99-122.

Biografías e In memoriam

- DE UÑA Y VILLAMEDIANA, J. (2009). En recuerdo de mi gran amigo y micólogo aragonés, Fernando Palazón. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 17-18.
- MONEDERO GARCÍA, C. (2009). En memoria de Fernando Palazón (1941-2009). *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 13.
- PARRA, L.A. (2016). In memoriam, Agustín Caballero Moreno (11 marzo 1948 - 8 septiembre 2016). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 9-12.
- PARRA, L.A. (2020). In Memoriam: Francisco de Diego Calonge. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 11-12.
- PARRA, L.A., G. MUÑOZ, C.M. PÉREZ-DEL-AMO, F. MARTÍNEZ, R. MARTÍNEZ-GIL & A. MELÉNDEZ (2017). Semblanza de nuestro querido amigo Agustín Caballero Moreno. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 11-20.
- VALLÉS ROJO, J. (2009). En recuerdo de Carlos Cidón. Carlos Cidón, bosques y setas. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 15-16.

Corología e Inventarios

- CABERO, J. (2008). Aportaciones al conocimiento de las especies de hongos hipogeos en la provincia de Zamora. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 13-30.
- CASARES, P., A. TERRÓN & B. LLAMAS (2011). Nuevas aportaciones al conocimiento de los hongos de la cordillera Cantábrica (León). *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 75-82.
- REQUEJO, O. (2010). Novedades corológicas de hongos macromicetos para Galicia (NO de la Península Ibérica). *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 81-88.
- VELASCO, J.M. (2018). Inventario micológico de Castilla y León (IMCAL-1): análisis inicial, nueva bibliografía y filos Zygomycota y Ascomycota. *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 61-138.
- VELASCO, J.M. (2020). Inventario micológico de Castilla y León (IMCAL-2): Gasterales s.l. (Basidiomycota, Basidiomycetes) y nueva bibliografía. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 103-168.
- VELASCO, J.M., J.A. HERNÁNDEZ-MELCHOR, F. BELLIDO, J.M. DELGADO HERNÁNDEZ, I. DE SANTIAGO, S. ELENA, F.I. ESTÉVEZ, L.A. FERNÁNDEZ-MONGE & al. (2007). Aportaciones corológicas de macromicetos para la provincia de Salamanca (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 51-88.

Economía y Ordenación

- ÁGREDA, T. & C. ALONSO (2008). Gastromyas: distintivo de calidad micoturística en Castilla y León. Modelo Myas. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 95-100.



- ÁGREDA, T. & M. FERNÁNDEZ (2008). Productividad micológica de una masa de *Pinus pinaster* del sudeste de la provincia de Soria. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 73-80.
- ALONSO, C. (2011). IX "Feria de la Trufa" negra de invierno en Abejar, Soria. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 217-220.
- ALTELARREA, J.M. & C. GÓMEZ (2015). El proyecto de innovación de MIKOGEST pondrá las TIC y técnicas de análisis Big data al servicio de la gestión sostenible del recurso micológico. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 5-6.
- ALTELARREA, J.M. & F. MARTÍNEZ-PEÑA (2007). Dinámica de la producción de carpóforos, presión recolectora y aprovechamiento del hongo ectomicorrízico comestible *Hygrophorus marzuolus* en Pinar Grande (Soria). *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 147-160.
- ÁLVAREZ NIETO, M.A. & J.A. ORIA DE RUEDA (2006). Caracterización económica del aprovechamiento de los hongos silvestres e implicaciones para su gestión. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 145-156.
- CASARES, P. (2013). Setas de Babia, un modelo de gestión. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 87-94.
- CENTENO, F., D. VILLADA & A.M. SÁNCHEZ (2019). Situación actual de la declaración de terrenos para el aprovechamiento micológico de acuerdo con el Decreto 31/2017, de 5 de octubre, que regula el Recurso Micológico Silvestre en Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 145-152.
- FAMCAL (2006). Manifiesto por "La sostenibilidad de los hongos y de los bosques". *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 177.
- FAMCAL (2009). Manifiesto por "La sostenibilidad de los hongos y de los bosques". *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 149.
- GÓMEZ URRUTIA, J. (2009). Parque micológico Ultzama: Una experiencia pionera en Navarra. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 127-134.
- LÓPEZ ESTEBARANZ, M., F. MARTÍNEZ-PEÑA, M. MOLINA IBÁÑEZ, A. HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ DE ROJAS & J.A. LUCAS SANTOLAYA (2006). Balance socioeconómico y funcional del primer año de aplicación de la experiencia piloto de regulación de la recolección de setas en montes de U.P. de la zona de Pinares de Almazán (Soria). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 117-126.
- MARTÍNEZ-PEÑA, F., A. PICARDO, C. REDONDO & J. LATORRE (2015). Micocyl.es: El programa de micología de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 125-134.
- ORIA DE RUEDA, J.A., A.M. MARTÍNEZ DE AZAGRA, B. DE LA PARRA, J. OLAIZOLA, P. MARTÍN PINTO & A. ÁLVAREZ (2006). La Selvicultura y Ordenación Fúngicas en la revalorización de los montes. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 25-42.
- PARRA L.A., J.I. GÓMEZ-RISUEÑO, E. DE LUCAS & C. LERA (2015). La actual regulación de la cesión directa de setas a establecimientos locales de venta al por menor al consumidor final, problemática de su puesta en marcha y propuestas para corregir los aspectos inconcretos y ambiguos de la misma. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 115-124.
- VELASCO, J.M. & G.J. GARCÍA-CUESTA (2008). Propuesta para debate ante la regulación del aprovechamiento micológico en Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 125-138.

Encuentros y Jornadas

- ALONSO, T. (2011). Crónica del IX Encuentro de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 221-224.
- ANDRÉS BARRIO, J.J. (2010). Crónica del VIII Encuentro de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 177-181.
- ARNANZ, E. (2015). Crónica del XIII Encuentro de La Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Quintana Redonda (Soria). *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 135-141.
- CONEJO, F. (2017). Crónica del XV Encuentro de La Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Barruelo de Santullán (Palencia). *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 145-152.
- DE CASTRO ALFAGEME, S. (2006). Breve crónica de los encuentros de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 179-182.
- ESTALAYO, L. (2016). Crónica del XIV Encuentro de La Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Villamuriel de Cerrato (Palencia). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 147-149.
- GARCÍA AYAS, M.P. (2009). Crónica del VII Encuentro de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 143-148.
- HIGELMO, M.Á. (2012). Crónica del X Encuentro de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 141-147.
- JIMÉNEZ, S. & H. GONZÁLEZ (2013). Crónica del XI Encuentro de la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Cuevas del Valle (Ávila). *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 137-141.
- LABAJO, A.M. (2018). Crónica del XVI Encuentro de la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL): Una jornada inolvidable en Miranda del Castañar (Salamanca). *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 145-152.
- MORI-GUTIÉRREZ, J.O. (2007). Crónica del V Encuentro de asociaciones micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 177-179.



- PARRA, L.A. (2014). Crónica del XII Encuentro de la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Aranda de Duero (Burgos). *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 129-136.
- SAIZ, R.L. (2019). Crónica del XVII Encuentro de La Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León en Segovia. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 163-167.
- UCIO CASTAÑÓN, J. (2008). Crónica del VI Encuentro de Asociaciones Micológicas de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 147-153.

Etnomicología

- BARAHONA CORDERO, C. (2006). La trufa, una "patata mágica" o una "criadilla". *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 167-168.
- ESCOBIO GARCÍA, V.J. (2010). Las setas comestibles y venenosas en las Islas Canarias. Algunas aportaciones para su conocimiento. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 131-140.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2018). Insistiendo sobre el cornezuelo del centeno. *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 139-144.
- VELASCO J.M., A. MARTÍN & A. GONZÁLEZ (2011). Los nombres comunes y vernáculos castellanos de las setas: Micoverna-I. Primera recopilación realizada a partir de literatura micológica e informantes. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 155-216.
- VELASCO, J.M. (2010). Hongos perjudiciales para la Humanidad (I): Hongos parásitos de humanos y animales. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 157-170.
- VELASCO, J.M. (2013). Hongos perjudiciales para la humanidad (II): hongos parásitos de plantas. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 103-126.
- VELASCO, J.M. (2015). Hongos perjudiciales para la humanidad (III): hongos productores de micotoxicosis, alergias y hongos destructores de alimentos y de diversos materiales. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 95-114.
- VELASCO, J.M. (2019). Alimentos y bebidas producidos por fermentación con intervención de hongos (I): alimentos de origen animal y de cereales. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 109-144.
- VELASCO, J.M., J.I. GÓMEZ-RISUEÑO, A. ROMÁN & F. BELLIDO (†) (2017). Cornezuelo, ergotismo, ergolinas y ciclo biológico de *Claviceps purpurea* en imágenes. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 21-54.

Historia de la Micología

- CEREZAL FERNÁNDEZ, J. (2008). Historia de los hongos o los hongos en la historia. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 143-146.
- EIROA GARCÍA-GARABAL, J.A. (2006). Las setas en el Camino de Santiago. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 169-172.

- EIROA GARCÍA-GARABAL, J.A. (2007). Los hongos en la obra "Historia Naturalis" de Johannes Aegidius Zamorensis. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 161-166.
- EIROA GARCÍA-GARABAL, J.A. (2008). ¿Conocían los etruscos los hongos? *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 139-142.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2020a). Difíciles de convencer. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 93-98.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2020b). Falsas muertes por setas venenosas. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 99-102.
- VALLÉS ROJO, J. (2007). El agárico como medicina real. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 165-166.
- VELASCO, J.M. (2020). Mapa de la micología: los ríos del conocimiento micológico y línea de tiempo. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 77-92.

Intoxicaciones

- ALONSO, J., GARCÍA, M.A., MELGAR M.J., ABUÍN, M.C. & M. CORRAL (2010). Elementos traza en hongos comestibles. Repercusiones alimentarias y valoración nutricional. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 101-126.
- ARROYO, I. & F.J. CARLÓN (2015). Paralepistopsis amoenolens, una especie tóxica presente en los parques periurbanos de la ciudad de Burgos. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 11-20.
- DE CASTRO ALFAGEME, S. (2007). Ingresos hospitalarios de intoxicados por consumo de setas en Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 39-46.
- DE CASTRO ALFAGEME, S. & A. TORRES GÓMEZ (2008). Actuaciones de la Agencia de Protección de la Salud y Seguridad Alimentaria (APSA) con relación a las setas. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 105-110.
- PARRA, L.A. & P.P. DANIÉLS (2019). Breve apunte sobre la primera intoxicación por *Agaricus phaeolepidotus* en el mundo. Cuadro clínico de la persona afectada y estudio filogenético de los ejemplares recolectados. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 39-46.
- PARRA, L.A., J. PIQUERAS & R. SANTOS-LUQUE (2017). Primera intoxicación por *Chlorophyllum molybdites* en España. Cuadro clínico de las personas afectadas y estudio taxonómico y filogenético de los ejemplares recolectados. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 109-124.
- PIQUERAS, J. (2007). El trasplante de hígado en el tratamiento de la intoxicación por setas. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 119-122.
- TEJEDOR, F. & J. ÁLVAREZ (2011). Brote de intoxicación alimentaria asociado al consumo de *Tricholoma jossierandii*. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 141-144.



Metodología

- MARCO, P., M.E. VENTURINI, C.S. RIVERA, C. LÓPEZ & D. BLANCO (2011). Determinación de pH y contenido acuoso en carpóforos comestibles ofertados comercialmente: valoración de metodologías. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 145-154.
- PARRA, L.A. (2006). Abreviaturas estandarizadas de los autores, libros y revistas de micología para su uso en trabajos micológicos. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 157-166.
- PARRA, L.A. (2008). Directrices básicas a tener en cuenta para la preservación de colecciones fúngicas en un herbario personal o para su envío a un herbario institucional. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 115-124.
- PAZ, A. & C. LAVOISE (2019). "Hongos y Myxomycetes", nuestro mundo fotográfico. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 83-108.
- ### Micobiota o Micoflora
- ARAMENDI, R. & F. HIDALGO (2012). *Stropharia albonitens* y otras especies en abedulares relictos de la provincia de Ávila. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 19-36.
- ARRILLAGA, P. & X. LASKIBAR (2007). Especies raras o poco conocidas de hongos macromicetos. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 13-22.
- ARRILLAGA, P., J. FERREÑO & J.I. ITURRIOZ (2010). Especies raras o poco conocidas de hongos macromicetos IV. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 65-76.
- ARRILLAGA, P., J.M. LEKUONA & I. OLARIAGA (2008). Especies raras o poco conocidas de hongos macromicetos II. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 85-94.
- CUESTA, J., N. SANTAMARÍA & S. SERRANO (2011). *Cantharellus romagnesianus*, *Cantharellus gallaecicus*, *Mycenella rubropunctata* y *Pholiotina striipes*, cuatro especies poco frecuentes encontradas en Candás (Asturias). *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 83-96.
- CUESTA, J., N. SANTAMARÍA & S. SERRANO (2012). *Mycena smithiana*, "*Mycena rosella* var. *albida*", *Galerina subclavata*, *Nidularia deformis* y *Lasiobolus cuniculi*, algunas especies poco frecuentes recolectadas en la Sierra de Neila y alrededores (Burgos). *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 119-130.
- DANIËLS, P.P. (2016). Notas en Gomphales VI: Especies recolectadas en el valle de Benasque y su entorno (Huesca). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 41-52.
- DANIËLS, P.P. & M.T. TELLERÍA (2007). Notas sobre el orden Gomphales (III): taxones de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 23-38.
- DE ESTEBAN-RESINO, J. & S.P. GORJÓN (2016). *Phanerochaete tamariciphila*, *Phlebia caspica* y *Sistotremella hauerselevii*, tres raros corticioides homobasidiomicetos en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 13-22.
- GORJÓN, S.P. & A. BERNICCHIA (2008). Algunas especies raras o interesantes de Aphylophorales s.l. que fructifican sobre *Juniperus oxycedrus* en el Parque Natural de Arribes del Duero (Salamanca, España). *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 61-72.
- MATEO, J.F. & J. CUESTA (2014). *Mycena conicoalba* y *Entoloma sclerotigenum*, dos taxones poco conocidos encontrados en Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 43-50.
- PAZ, A. & C. LAVOISE (2013). Propuesta de dos nuevas especies de hongos hipogeos y una primera cita para la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 71-86.
- REQUEJO, O. (2009). Algunos hongos con silueta clavariode encontrados en la provincia de León. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 63-70.
- REQUEJO, O. & M.L. CASTRO (2014). Algunas especies de macromicetos interesantes recolectadas en Galicia. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 11-20.
- RIBES, M.Á., J. CUESTA & E. ARCONADA (2011). Algunos ascomicetos interesantes de Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 123-134.
- RUBIO, E. & J.M.C. MARCOTE (2019). Dos interesantes pirenomicetos del norte de la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 29-38.
- RUBIO, E. & A. SUÁREZ (2010). *Jugulospora rotula*, *Strattonia minor* y *Strattonia carbonaria* (Sordariales, Lasiosphaeriaceae). Tres infrecuentes pirenomicetos carbonícolas, nuevos para la micoflora asturiana. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 15-20.
- ### Miscelánea
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, H. (2006). Setas: ecología, ocio y negocio. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 175-176.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, H. (2009). Setas, Dioses, Mortales y Micófobos: Algunas hipótesis y curiosidades históricas. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 135-138.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, H. (2010). Volverán los árboles y las setas. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 171-172.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, H. (2012). La otra mirada. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 139.
- GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, H. & T. JARILLO (2014). Setas, fandangos y langostinos. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 123-128.



GREUTER, W. (2010). Crítica de Werner Greuter al Boletín Micológico de FAMCAL. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 13-14.

RODRÍGUEZ PUERTA, A. (2006). Mujer venenosa. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 173-174.

UCIO CASTAÑÓN, J. (2007). La Asociación Micológica Leonesa "San Jorge" recibe la Insignia de Oro de la Ciudad de León. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 173-176.

VALLÉS ROJO, J. (2010). Los premios Amanita. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 173-176.

Mixomicetos

BELLIDO, F., M. TAPIA, I. PAZ, & C. LAVOISE (2014). Nuevas aportaciones corológicas de Myxomycetes del orden Trichiales para la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 21-42.

BOZA, C. & J. DE UÑA Y VILLAMEDIANA (2011). Ciclo biológico y atlas evolutivo de un bello mixomiceto de identificación problemática: *Cribraria aurantiaca*. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 25-38.

DE UÑA Y VILLAMEDIANA, J., BOZA, C. & C. SÁNCHEZ-CARCAVILLA (2010). *Lamproderma guillemiae*, primera cita para España de un bello y muy raro mixomiceto. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 21-36.

Protección y conservación

MARCOS LASO, B., J.M. VELASCO, A. GARCÍA-BLANCO, A. GARCÍA-VICENTE, M. FERNÁNDEZ TOIRÁN, T. ÁGREDA CABO, F. MARTÍNEZ-PEÑA & A. HERGUETA PERLADO (2006). Hacia una lista roja preliminar de hongos para Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 83-94.

RAMÍREZ, S. & A. GOENAGA (2013). Hongos y espacios protegidos. ¿Fin a una larga historia de desencuentros y oportunidades? *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 95-102.

Sistemática y taxonomía

GORJÓN, S.P. (2009). Reflexiones sobre la taxonomía y sistemática de hongos con especial atención a los Aphylliphorales. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 119-126.

VELASCO, J.M. & T. VELASCO-HERNÁNDEZ (2006). La Sistemática de los hongos: locura o necesidad. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 55-76.

Taxonomía-especies

ARRILLAGA, P. & L.A. PARRA (2009). Tres nuevas citas de *Agaricus laskibarii* en las Landas de Gascogne (Francia). *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 31-38.

ARRILLAGA, P. & J. RIEZU (2011). *Favolaschia calocera*, una especie de origen tropical recolectada en el País Vasco. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 13-18.

ARRILLAGA, P., I. MAYOZ & I. OLARIAGA (2009). Hallazgo de *Cortinarius arcanus* en el litoral atlántico francés. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 105-112.

BLANCO-DIOS, J.B. & O. REQUEJO (2011). Aportaciones al conocimiento del género *Agaricus* en el noroeste de la península ibérica (III): *Agaricus subrufescens*, segunda cita para España y Portugal. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 19-24.

BOZA, C., C. SÁNCHEZ-CARCAVILLA & J. DE UÑA Y VILLAMEDIANA (2010). *Taphrina rhizophora*, primera cita para la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 89-100.

CABALLERO, A. & R. MARTÍNEZ (2012). *Leucogaricus erioderma*, una especie rara y poco citada. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 75-78.

CABALLERO, A., G. MUÑOZ & M. CONTU (2014). El complejo de *Lepiota arenicola* en La Rioja (España). *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 59-70.

CABERO, J. (2009). Primera cita para la Península Ibérica de *Tuber malacodermum*. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 19-30.

CABERO, J. (2011). Segunda cita para la península ibérica de *Gymnomyces ilicis*. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 63-68.

CABERO, J. & J. PÉREZ-PÉREZ (2012). *Pachyphloeus oleiferus* (Ascomycota, Pezizaceae) sp. nov., un nuevo hongo hipogeo localizado en Zamora (España). *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 105-118.

CAMPOS, J.C., L. RUBIO & J.C. ZAMORA (2008). Amanita gioiosa, una especie mal conocida en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 41-50.

DE ESTEBAN-RESINO, J. & S.P. GORJÓN (2017). *Hyphoderma deviatum* (Meruliaceae, Basidiomycota) en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 61-66.

ESTEVE-RAVENTÓS, F., G. MUÑOZ, A. CABALLERO & P. LAINÉ (2012). *Inocybe urbana* (Inocybaceae, Agaricales), primera cita para España y segunda mundial. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 79-84.

GARCÍA-BLANCO, A. (2008). *Tubaria praestans*, rara especie, ausente hasta ahora en la bibliografía nacional. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 81-84.

GARCÍA-BLANCO, A. & G. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ (2007). *Peziza subisabellina*: Posible nueva cita para España. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 115-118.

GARCÍA-BLANCO, A. & G. MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ (2009). *Encoelia fascicularis*. Raro asco-



- miceto en la ribera del Pisuerga a su paso por Valladolid. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 91-94.
- GARCÍA-BLANCO, A. & J.O. MORI-GUTIÉRREZ (2007). *Tricholomella leucocephala*, posible primera cita para el catálogo nacional. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 103-106.
- GARCÍA-BLANCO, A., D. RODRÍGUEZ & M. BLANCO (2008). *Humaria aurantia*, un raro ascomiceto invernal, presente en Los Montes Torozos. Primera cita para el catálogo nacional. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 37-40.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2006). *Mycena purpureofusca* en la Sierra de Guadarrama. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 19-20.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2007). Algunas variaciones de *Mycena amicta*. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 107-110.
- GONZALO, M.Á. & M.Á. RIBES (2007). *Gomphus crassipes*, primera cita para Castilla-La Mancha. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 143-146.
- GORJÓN, S.P. & A. BERNICCHIA (2009). *Amyloathelia amylacea* (Amylocorticiaceae, Basidiomycota), novedad para la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 57-62.
- JIMÉNEZ, S. (2007). *Craterellus cornucopioides*. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 171-172.
- MARTÍNEZ, F., R. MARTÍNEZ-GIL, A. MELÉNDEZ & C.M. PÉREZ-DEL-AMO (2013). *Lambertella palmeri*, un ascomiceto muy poco citado, encontrado en La Rioja. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 11-16.
- MUÑOZ, G., A. CABALLERO & J.C. ZAMORA (2014). Nuevos hallazgos de una especie casi "fantasma": *Leucoagaricus bonii*. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 51-58.
- MUÑOZ, J. A. (2006). Una recolecta de *Leccinum holopus* en El Pinar de Lillo (León). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 21-24.
- PANCORBO, F., M.A. RIBES, S. SANTAMARÍA. & J. CUESTA (2009). *Hebeloma hetieri*, una especie poco frecuente. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 71-78.
- PARRA, L.A. & A. CABALLERO (†) (2017). *Agaricus pietatis*, una especie nueva de *Agaricus* sect. *Minores* encontrada en España. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 137-144.
- PARRA, L.A. & N. MACAU (2012). *Agaricus boisseletii*, primeras citas para España. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 13-18.
- PARRA, L.A., J.L. PÉREZ-BUTRÓN & J. DE ESTEBAN (2015). Primeras citas de *Agaricus cupressicola* en España. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 37-46.
- PAZ, A. & C. LAVOISE (2011). *Elaphomyces virgatosporus*, primera cita para la península ibérica de una especie con escasas localizaciones en el mundo. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 117-122.
- PÉREZ-DE-GREGORIO M.A., J. CARBÓ & R. FERNÁNDEZ-SASIA (2007). *Porpoloma spinulosum* (Kühner et Romagn.) Singer, una especie poco frecuente. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 111-114.
- REYES, A.M. & L.A. PARRA (2020). *Agaricus boisseletii*, nuevas citas para España. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 13-18.
- RODRÍGUEZ, B., A. CABALLERO & G. MUÑOZ (2014). *Leucoagaricus georginae*, una rara especie encontrada en Galicia. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 71-76.
- RUBIO, E. & P. ZAPICO (2016). *Pseudoplectania episphagnum* (Pezizales, Sarcosomataceae) en el Parque Natural de Somiedo (Asturias). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 139-146.
- RUBIO, E., SUÁREZ, A. & A. ROMÁN (2010a). *Gyromitra martinii* (Pezizales, Discinaceae). Una infrecuente especie vernal hallada en las montañas asturianas. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 77-80.
- RUBIO, E., SUÁREZ, A. & A. ROMÁN (2010b). *Cystoderma simulatum*, una infrecuente especie lignícola nueva para el catálogo micológico asturiano. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 127-130.
- RUIZ MATEO, A. & J. BLEDA (2011). *Coprinopsis vermiculifer*, una especie poco común recogida en el Parque Nacional de Sierra Nevada. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 135-140.
- RUIZ MATEO, A., P. IGLESIAS, B. RODRÍGUEZ & G. MUÑOZ (2013). *Coprinopsis xenobia*, descripción y primeras localizaciones en España. Comparación filogenética con *Coprinopsis luteocephala*. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 63-70.
- SALOM, J.C. & J.L. SIQUIER (2017). *Leucocoprinus heinemannii*, una especie alóctona, antropófila y poco citada, encontrada en Mallorca (Illes Balears, España). *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 55-60.
- SÁNCHEZ-SÁNCHEZ, L., F.J. MATEOS & J.M. VELASCO (2017). *Craterocolla cerasi* (Sebaciales, Basidiomycota), una especie muy rara encontrada en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 91-100.
- SUÁREZ, E. & L.A. PARRA (2020). *Agaricus lusitanicus*, primeras citas para España. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 19-28.
- VELASCO, J.M., J. MATEOS & J.M. MAYORDOMO (2013). Posibles primeras citas de *Verpa krombholzii* en España. *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 47-62.
- VILA, J. (2008). Notas sobre *Mycena nucicola*, una especie poco frecuente recolectada en los Pirineos de Cataluña. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 31-36.
- ZAMORA, J.C. (2009). *Tremella giraffa*, nueva cita para la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 113-118.
- ZAMORA, J.C. & E. RUBIO (2015). *Geastrum smaradæ*, una especie rara en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 89-94.



Taxonomía-géneros

- CADIÑANOS, J.A. & E. FIDALGO (2011). Algunas especies de *Lactarius* interesantes de León, Asturias y Cantabria. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 69-74.
- CAMPOS, J.C. & L. RUBIO CASAS (2009). Contribución al conocimiento del género *Cortinarius* en el centro peninsular (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 39-56.
- CAMPOS, J.C. & L. RUBIO CASAS (2010). Contribución al conocimiento del género *Cortinarius* en el centro peninsular II. *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 53-64.
- CAMPOS, J.C. (2015). Contribución al conocimiento del género *Cortinarius* en el centro peninsular (III). *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 21-36.
- CASTRO, M.L. (2006). El género *Coprinus* (Basidiomycota, Coprinaceae) en la micoteca LOU-Fungi (CIFA Lourizán, Pontevedra). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 75-82.
- GARCÍA-BLANCO, A. (2006). El género *Hysterangium* en Castilla y León. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 47-54.
- GONZÁLEZ IBÁÑEZ, E. & V. ROSSELLI (2008). Citarías (*Cyttaria* sp. pl.) sudamericanas y algunas formas de prepararlas. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 111-114.
- GONZALO, M.Á. & M.Á. RIBES (2011). Dos especies del género *Ustilago* de la provincia de Guadalajara (España). *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 97-100.
- LÓPEZ CUETO, M. (2007). El género *Hysterangium* Vittad. (1831) en el norte de España. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 123-138.
- MAHIQUES, R. (2006). El género *Cortinarius* en León y zonas limítrofes (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 95-116.
- MAHIQUES, R. (2008). *Cortinarios* recogidos en Zamora durante las XIV Jornadas de la CEMM-2006 en Bragança (Portugal). *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 51-60.
- MAHIQUES, R. & J. BALLARÀ (2011). *Cortinarios* de aparición primaveral (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 101-116.
- MARTÍNEZ DE LA HERA, J. (2008). El género *Tirmania* en Israel. *Bol. Micol. FAMCAL* 3: 101-104.
- MONEDERO GARCÍA, C. & R. FERNÁNDEZ SASIA (2009). Tres especies interesantes del género *Inocybe* de la comarca de La Bureba (Burgos). *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 95-104.
- MUÑOZ, G. (2019). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (V). *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 11-28.
- MUÑOZ, G. & A. CABALLERO (2012). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 37-74.
- MUÑOZ, G. & A. CABALLERO (2013). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* (incluidos taxones ahora transferidos a los géneros *Coprinopsis* y *Parasola*) en la Península Ibérica (II). *Bol. Micol. FAMCAL* 8: 17-46.
- MUÑOZ, G. & D. DESCHUYTENEER (2020). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* romagnesii, primera cita. *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 41-46.
- MUÑOZ, G. & C. ROJO (2017). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (III): *Psathyrella epimyces*. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 101-108.
- MUÑOZ, G. & L. SÁNCHEZ (2018). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (IV). *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 41-60.
- MUÑOZ, G., D. DESCHUYTENEER & A. MELÉNDEZ (2020). Contribución al conocimiento del género *Psathyrella* en la Península Ibérica (VI): profundizando en el complejo "effibulata-complutensis". *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 29-40.
- PAZ, A., C. LAVOISE, L. BARRIO, F. RICHARD & P.-A. MOREAU (2012). Propuesta de dos nuevas especies del género *Elaphomyces*, dos primeras citas para la Península Ibérica y una clave de identificación de las especies del género para Europa. *Bol. Micol. FAMCAL* 7: 85-104.
- PAZ, A., J.M. VIDAL, C. LAVOISE & P.A. MOREAU (2014). Primeros datos para una revisión del género *Octaviania* en Europa: *O. depauperata* comb. & stat. nov., *O. depauperata* var. *laurarum* var. nov. y *O. vacekii* sp. nov. *Bol. Micol. FAMCAL* 9: 77-98.
- PAZ, A., J.M. VIDAL, C. LAVOISE & P.A. MOREAU (2016). Revisión taxonómica del género *Octaviania* (Boletales) en Europa. *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 101-138.
- PLÁCIDO IGLESIAS, J. (2006). Dos especies del género *Geoglossum* del Parque Natural de Urkiola (Bizkaia). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 43-46.
- RUIZ MATEO, A. (2017). Identificación de las especies del género *Parasola* presentes en la Península Ibérica por sus caracteres no deliquescentes. *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 125-136.
- RUIZ MATEO, A. & D. CERDÁN (2016). El complejo "radiata" del género *Coprinopsis*, en las zonas ganaderas de Vinuesa (Soria). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 23-40.
- RUIZ MATEO, A. & G. MUÑOZ (2019). Tres especies poco conocidas de los géneros *Coprinopsis* y *Coprinellus*: primeras localizaciones en la Península Ibérica. *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 71-82.



- SÁNCHEZ, J.A. & F. TEJEDOR (2006). El género *Lactarius* en Puebla de Lillo (León) (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 127-144.
- VIDAL, J.M., J.M. BELLANGER & P.A. MOREA. (2016). Tres nuevas especies gasteroides del género *Entoloma* halladas en España. *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 53-78.
- VIDAL, J.M., P. JUSTE, F. GARCÍA, J.M. BELLANGER & P.A. MOREAU (2015). Hongos secotioides del género *Lepiota*: dos nuevas especies, dos nuevas combinaciones y reevaluación del género *Cribrospora*. *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 47-72.
- VILA, J. (2007). Notas sobre el género *Rhodocybe* en Cataluña (I). *Rhodocybe cuprea* y *Rhodocybe nitellina*. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 139-142.

Taxonomía-grupos

- CABALLERO, A. (2010). Algunas especies raras o interesantes de Agaricales recolectadas en La Rioja (España). *Bol. Micol. FAMCAL* 5: 37-52.
- CABALLERO, A. & G. MUÑOZ (2011). Algunas especies raras o interesantes de Agaricales recolectadas en la península ibérica (España). *Bol. Micol. FAMCAL* 6: 39-62.
- DE UÑA Y VILLAMEDIANA, J. (2009). Dos ascomicetos pirófilos tipo "hongos rescoldo". *Bol. Micol. FAMCAL* 4: 79-90.
- GORJÓN, S.P. (2007). Sobre los Corticiáceos s.l. presentes en la provincia de Zamora (I). La Guareña. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 89-102.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & A. CABALLERO (2015). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (I). *Bol. Micol. FAMCAL* 10: 73-88.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & A. CABALLERO (†) (2016). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (II). *Bol. Micol. FAMCAL* 11: 79-100.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & F. MARTÍNEZ (2017). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (III). *Bol. Micol. FAMCAL* 12: 67-90.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & F. MARTÍNEZ (2018). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (IV). *Bol. Micol. FAMCAL* 13: 11-40.
- MARTÍNEZ-GIL, R. & F. MARTÍNEZ (2019). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (V). *Bol. Micol. FAMCAL* 14: 47-70.
- MARTÍNEZ-GIL, R., C.M. PÉREZ DEL AMO & A. EZQUERRO (2020). Ascomicetos raros o interesantes de La Rioja, España (VI). *Bol. Micol. FAMCAL* 15: 47-76.
- PLÁCIDO IGLESIAS, J. (2007). Geoglossaceae - Parte II. *Trichoglossum hirsutum* y *Trichoglossum walteri*. *Bol. Micol. FAMCAL* 2: 47-50.

TAXONES NUEVOS Y COMBINACIONES NUEVAS PUBLICADOS

Por otro lado, se relacionan los 16 taxones que se han descrito como nuevos o son nuevas combinaciones. Esta aportación es de suma importancia para aumentar el acervo cultural micológico del mundo. Se han publicado: un subgénero nuevo, diez especies nuevas, una variedad nueva y cuatro combinaciones nuevas.

Subgéneros

Octaviania subg. *Mutabilis* A. Paz & J.M. Vidal, *subg. nov.*
Bol. Micol. FAMCAL 11: 117 (2016). MycoBank: MB 817752.

Especies

Agaricus pietatis L.A. Parra & A. Caball., *sp. nov.*
Bol. Micol. FAMCAL 12: 138 (2017). MycoBank: MB 82254

Elaphomyces leonis P. Juste, F. García, J.M. Vidal & A. Paz, *sp. nov.*
Bol. Micol. FAMCAL 7: 86 (2012). MycoBank: MB 800990.

Elaphomyces spirosporus A. Paz & Lavoise, *sp. nov.*
Bol. Micol. FAMCAL 7: 89 (2012). MycoBank: MB 800991.

Entoloma quellarensis J.M. Vidal & F. García, *sp. nov.*
Bol. Micol. FAMCAL 11: 62 (2016). MycoBank: MB 817476.

Entoloma salicetense J.M. Vidal, *sp. nov.*
Bol. Micol. FAMCAL 11: 67 (2016). MycoBank: MB 817477.

Entoloma vallibacense J.M. Vidal, *sp. nov.*
Bol. Micol. FAMCAL 11: 56 (2016). MycoBank: MB 817475.

Lepiota iberica J.M. Vidal & P. Juste, *sp. nov.*
Bol. Micol. FAMCAL 10: 52 (2015). MycoBank: MB 813856.

Lepiota smurfiorum J.M. Vidal & F. García, *sp. nov.*
Bol. Micol. FAMCAL 10: 58 (2015). MycoBank: MB 813857.

Octaviania vacekii A. Paz, J.M. Vidal, Lavoise, T. Laessøe, K. Killingmo, A. Molia & G. Handberg, *sp. nov.*
Bol. Micol. FAMCAL 9: 87 (2014). MycoBank: MB 809662.

Pachyphloeus oleiferus J. Cabero & J. Pérez, *sp. nov.*
Bol. Micol. FAMCAL 7: 105 (2012). MycoBank: MB 800712.



Variedades

Octaviania depauperata var. *laurarum* A. Paz, Lavoise & J.M. Vidal, var. nov.

Bol. Micol. FAMCAL 9: 87 (2014). MycoBank: MB 809662.

Combinaciones nuevas

Entoloma leptoniisporum (Richon) J.M. Vidal & P.-A. Moreau, comb. nov.

Bol. Micol. FAMCAL 11: 72 (2016). MycoBank: MB 817478.

Basónimo: *Hymenogaster leptoniisporus* Richon, Bull. Soc. Bot. France 34: 60. 1887. [*“leptoniaesporus”*].

Lepiota olbia (Tul. & C. Tul.) J.M. Vidal & P.-A. Moreau, comb. nov.

Bol. Micol. FAMCAL 10: 60 (2015). MycoBank: MB 813859.

Basónimo: *Secotium olbium* Tul. & C. Tul., *Ann. Sci. Nat.*, 3 Sér., Bot., IV: 172 (1845).

Lepiota tulostomoides (Pacioni & P. Fantini) J.M. Vidal & P.-A. Moreau, comb. nov.

Bol. Micol. FAMCAL 10: 66 (2015). MycoBank: MB 813860.

Basónimo: *Cribrospora tulostomoides* Pacioni & P. Fantini, *Micol. Veget. Medit.* 14(2): 172 (1999).

Octaviania depauperata (Tul. & C. Tul.) J.M. Vidal, A. Paz & Lavoise, comb. nov.

Bol. Micol. FAMCAL 9: 80 (2014). MycoBank: MB 809660.

Basónimo: *Octaviania asterosperma* var. *depauperata* Tul. & C. Tul., *Fung. Hypog.*: 78 (1851).

AGRADECIMIENTOS

Un proyecto como este, el *Boletín Micológico de FAMCAL*, no se hace posible sin el esfuerzo y dedicación de las personas que creen en la importancia del mismo y su aportación, aunque sea pequeña, al acervo cultural sobre la micología de nuestro país y del mundo entero. También es pre-

cisa la aportación económica para que su edición sea una realidad, por lo que desde estas líneas agradezco sinceramente la ayuda económica de la Junta de Castilla y León, a través de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente durante estos 15 años y que esperamos dure muchos años más.

Entre las personas, deseo agradecer el trabajo y las muchas horas dedicadas a este boletín a los dos coordinadores que ha tenido: Santiago de Castro Alfageme (desde 2006 hasta 2010) y Luis Alberto Parra Sánchez (desde 2011 hasta 2021, continuando en la actualidad) ellos han sido los responsables de la coordinación, han tenido que “tirar del carro” y estar pendiente de muchos temas, preocupaciones y desvelos que nunca son pagados suficientemente, más cuando el trabajo se hace de forma desinteresada. También deseo dar las gracias (porque de buen nacido es ser agradecido) a todos los miembros del Comité Científico y del Comité Editorial, en los diferentes momentos, que han velado por la calidad científica y editorial del boletín, la prueba de ello ha sido la crítica que nos remitió Werner Geuter (uno de los máximos representantes mundiales de la Botánica actual) elogiando nuestro boletín y la compra de todos los números publicados por parte de la biblioteca de la prestigiosa universidad estadounidense de Harvard y por la Asociación Micológica Bresadola italiana. Igualmente, deseo expresar mi más hondo agradecimiento a todos los autores que son los responsables, en última instancia, de que el boletín tenga los contenidos que se publican con una alta calidad científica y quienes hacen el máximo esfuerzo en estudiar los hongos desde diferentes ángulos.

REFERENCIAS

BURGAZ, A.R. (2018). Bibliografía Botánica, 2017, *Fungi. Bot. Complut.* 42: 175-179.



Normas para la presentación de los trabajos

OBJETIVOS

El "Boletín Micológico de Castilla y León" que publica la Federación de Asociaciones Micológicas de Castilla y León (FAMCAL), tiene como objetivo la difusión, entre sus asociados, otras asociaciones, micólogos, etc., de los trabajos originales así como trabajos de revisión actualizados que han sido aceptados por el Comité Científico Asesor, y versen sobre temas de micología básica o aplicada, especialmente en el ámbito de Castilla y León, aunque no exclusivamente.

CONTENIDO DEL BOLETÍN

Se podrán publicar trabajos científicos, artículos cortos o revisiones sobre las siguientes secciones: micología básica (taxonomía, anatomía, fisiología, genética, ecología, corología, terminología, etc.), micología industrial y económica, micología forestal y agrícola, micología médica humana y animal, micotoxicología, etnomicología e historia de la micología en temas no relacionados con los anteriormente expuestos.

NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS

1. Norma general. Los trabajos serán presentados en español si bien pueden ser aceptados los escritos en otras lenguas, según consideración del Comité Científico Asesor; en este último caso deberá acompañarse de un resumen en español además del resumen en la lengua original y del resumen en inglés. Los trabajos se escribirán con el programa informático Word en fuente Times New Roman de 14 puntos sólo para el título, y de 12 puntos para el resto del documento, interlineado sencillo y con márgenes de 3 cm a derecha e izquierda (que es el marginado que da por defecto Word). El título, los autores y las direcciones de los autores estarán escritos con justificación izquierda y el resto con justificación total. Todos los

comienzos de párrafo tendrán un sangrado normal de 1 cm, excepto en el apartado Referencias del final del artículo en el que cada referencia tendrá una sangría francesa (o inversa) también de 1 cm. En ningún caso se intentará maquetar el artículo, insertar las figuras o hacer indicaciones en el texto de donde deben ir colocadas las figuras pues esto está condicionado por la maquetación de la revista, tan sólo se incluirán las referencias a las figuras en el texto como, por ejemplo: Fig. 1, Fig. 3.A, Figs. 5-7 o (Fig. 1), (Fig. 3.A), (Figs. 5-7).

2. Título. El título será lo más informativo y breve posible, indicando los taxones pero no sus autores. Se escribirá en MINÚSCULAS, REDONDA, NEGRITA y justificación izquierda. No se pondrá punto al final del título. Por ejemplo: **El género *Cortinarius* en León y zonas limítrofes**. Se dejará un espacio entre el título y los autores.

3. Autores. Los autores del trabajo se escribirán con todas las letras en mayúscula, en negrita y con justificación izquierda, y sólo se incluirá el primer apellido (aunque se pueden incluir los dos apellidos si van unidos por un guion), y la inicial o iniciales del nombre. Si son más de una inicial, éstas irán con punto y sin espacio entre ellas. En el primer autor las iniciales irán detrás del apellido, y en el resto de autores las iniciales irán delante del apellido. Si son varios autores se numerarán con un superíndice detrás de cada nombre, sin paréntesis y sin dejar espacios. No se pondrá punto al final de los autores. Por ejemplo: **ESTEVE-RA-VENTÓS, F.¹ & M.L. CASTRO²**. Si se desea que aparezca el nombre completo por razones de currículum o por cuestiones de identificación precisa del autor (en el caso de que el autor tenga apellidos muy comunes, en común con otro familiar u otras causas), el nombre completo se podrá añadir como primer dato en la dirección postal. Se dejará un espacio entre los autores y sus direcciones.



4. Direcciones de los autores. Se escribirán en negrita y con justificación izquierda. Cada dirección de los autores irá precedida por el mismo superíndice que tiene el nombre de cada autor, a continuación irá la dirección con todos los datos separados por comas. Después, tras un punto, irá la dirección de correo electrónico. No se pondrá punto tras la dirección de correo electrónico. Se dejará un espacio entre las direcciones de los autores y el Resumen. Por ejemplo:

¹**C/ Andalucía 3, 4.ª dcha, 26500 Calahorra, La Rioja, España. E-mail: acamo@ono.com**

²**José de Uña y Villamediana, Avda. Anselmo Clavé 47 dpdo. 3.ªA (Edificio "Goya"), 50004 Zaragoza, España. E-mail: setadeu@yahoo.es**

5. Resúmenes y palabras clave. Tras la dirección de los autores se incluirá un resumen en español y otro en inglés (summary, no usar abstract), y unas palabras clave (keywords en inglés). Cada resumen contendrá una parte en negrita (referencia del artículo), que deberá tener el mismo formato que el ejemplo que aquí se adjunta al final de este párrafo, y que incluirá los autores, año de publicación, título y revista y páginas del artículo (XXX-XXX), y otra parte en redonda normal (no negrita) con el resumen que los autores quieran hacer del contenido del artículo en un solo párrafo de no más de 100 palabras donde los taxones irán en cursiva y donde se podrá incluir el autor de los mismos de manera opcional. Por ejemplo:

Resumen: CADIÑANOS-AGUIRRE, J.A. & E. FIDALGO-PRIETO (2011). Algunas especies de *Lactarius* interesantes de León, Asturias y Cantabria. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: XXX-XXX. Se comentan y describen algunas colecciones de varias especies de *Lactarius* recolectadas por los autores...

Palabras clave:

Summary: CADIÑANOS-AGUIRRE, J.A. & E. FIDALGO-PRIETO (2011). Some interesting species of *Lactarius* from León, Asturias and Cantabria. *Bol. Micol. FAMCAL* 6: XXX-XXX. Some gatherings of several species of the genus *Lactarius* collected by the authors...

Keywords:

A continuación, sin dejar espacio interlineal con el resumen, irán las palabras clave (ver ejemplo anterior). Se incluirá un máximo de 10 palabras clave, separadas por comas, tanto en español, como en inglés. Las leyendas "Palabras clave" y "Keywords" y los dos puntos irán en negrita y el resto sin negrita. Los taxones se indicarán en cursiva, pudiendo aparecer los autores de los mismos. Por ejemplo:

Palabras clave: *Fungi, Coprinus, Coprinopsis, vermiculifer*, taxonomía, España, Granada, Sierra Nevada.

Keywords: *Fungi, Coprinus, Coprinopsis, vermiculifer*, taxonomy, Spain, Granada, Sierra Nevada.

6. Texto. Todos los nombres científicos deberán ser citados en el texto en *cursiva*, independientemente del rango o categoría taxonómica. Ninguna palabra deberá estar subrayada. Las figuras, ya sean fotografías, gráficas, esquemas, mapas, cuadros o tablas, de los trabajos deberán ser citados en el texto y vendrán numerados en el orden de su citación como Fig. 1, Figs. 5-7 o (Fig. 1) (Figs. 5-7).

La manera de citar a los autores en las referencias a sus trabajos que hay en el texto será con todas las letras en mayúscula. Se usará el primer apellido si es un solo autor y primer apellido de cada autor unidos por la partícula & si son dos autores; y el apellido del primer autor seguido de & *al.* (no *et al.*), si son más de dos autores, todo ello seguido del año de publicación del trabajo referido entre paréntesis. Por ejemplo: SINGER (1947), MIRANDA & RUBIO (2000) o KIRK & *al.* (2001), si nos referimos a la obra del/de los autor/es, y por ejemplo SINGER & *al.* (1947: 223) si deseamos referirnos a una página concreta de un trabajo, o bien (SINGER & *al.*, 1995) cuando se quiera dar una referencia justificativa de una explicación, en cuyo caso si hay más de un autor se separaran las referencias por punto y coma, por ejemplo: (SINGER, 1942: 123; PILAT, 1950; VELLINGA & *al.*, 2004). Finalmente si se quiere hacer referencia al texto de un autor que escribe en la obra de otro de forma explícita se pondrá el apellido del autor seguido de la palabra "in" en cursiva, por ejemplo: (VILA & PÉREZ-DE-GREGORIO *in* BALLARÀ & *al.*, 2009: 107). El texto estará estructurado, en la medida de



lo posible, aunque no de forma obligatoria, de los apartados siguientes: **INTRODUCCIÓN, MATERIAL Y MÉTODOS, RESULTADOS, DISCUSIÓN, AGRADECIMIENTOS y REFERENCIAS.** Estos apartados vendrán con todas las letras en mayúsculas, en negrita y sin sangrar. El texto comenzará en la siguiente línea no a continuación del título del apartado. Los posibles subapartados como: **Material estudiado, Macroscopía, Microscopía, Hábitat, Comentarios taxonómicos, Riqueza, Diversidad, Productividad, Observaciones, etc.**, vendrán en negrita, sólo con la primera letra en mayúsculas, sangrados 1 cm. El texto comenzará en la siguiente línea, no a continuación del título del subapartado, excepto en **Material estudiado**, que continuará en la misma línea. En los tratamientos taxonómicos, las descripciones de los taxones se realizarán cada una por separado. Los autores de taxones se indicarán sólo en el epígrafe donde se describe, discute o cita el taxón en cuestión, como única vez, sin incluirlos en el título del trabajo o resto del texto, aunque los autores podrán aparecer en el Resumen. Los nombres de los autores de taxones vendrán abreviados de acuerdo con la publicación de KIRK & ANSELL (1992), aunque para los que no puedan consultar esta obra, las abreviaturas de los autores también están disponibles en las siguientes direcciones de Internet: http://www.indexfungorum.org/names/Author_sOfFungalNames.asp
http://kiki.huh.harvard.edu/databases/botanist_index.html.

Las publicaciones periódicas se abreviarán de acuerdo a LAWRENCE & *a.* (B-P-H; 1968) y los libros según STAFLEU & COWAN (TL2; 1976), aunque aquellos que no puedan consultar estas obras, las abreviaturas de revistas y libros también están disponibles en http://kiki.huh.harvard.edu/databases/publication_index.html. Si no se conoce la abreviatura estándar de una revista o libro deberá citarse el nombre completo de dicha obra. Para los acrónimos de los herbarios donde se deposita el material estudiado se seguirá a HOLMGREN & *a.* (1990) o bien la siguiente página de Internet de Index Herbariorum: <http://sweetgum.nybg.org/ih/>. Después de un punto y seguido se evitará escribir el nombre de un género de forma abreviada. Las indicaciones de los años en fechas de recolección,

material de herbario, etc., se harán con 4 cifras y los meses en números romanos. Cuando dentro de un paréntesis haya otro paréntesis, los interiores se cambiarán a corchetes. Esto suele ocurrir cuando se desea escribir sinónimos de especies dentro de un paréntesis y el taxón sinónimo presenta algún autor entre paréntesis. Ejemplo: *Betula alba* L. (= *Betula pubescens* subsp. *celtibérica* [Rothm. & Vasc.] Rivas Mart.). Para cuestiones ortográficas se seguirán las normas de la R.A.E (2014) y R.A.E. & A.A.L.E (2010), que también se pueden consultar en la página de Internet: <http://www.rae.es/drae/>. En aquellos casos en los que una palabra no se encuentre en el diccionario de la R.A.E (aparte de las palabras técnicas como queilocistidios, perfectamente correctas), como es el caso, por ejemplo, de concolor, catenulado, sinonimizar, etc., se considerarán correctas teniendo en cuenta su actual difusión en el campo de la micología. Según la R.A.E., el nombre de nuestra Península, puede escribirse en minúsculas, "península ibérica", si nos referimos a un accidente geográfico; o con mayúsculas, "Península Ibérica", si entendemos que es una entidad de carácter histórico-político. Por tanto, seguimos el criterio de la obra *Flora ibérica*, en la cual las letras iniciales se escriben siempre con mayúsculas, es decir, Península Ibérica. Para cuestiones de nomenclatura se seguirán las normas de la última edición del ICN (Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas).

7. Referencias al material de herbario. Se citará, con la tipografía que se especifica: PAÍS (si se hace referencia a material de diversos países, o se desea incluir este dato), PROVINCIA: municipio, paraje, etc. (se pueden incluir otras entidades como región, comarca, valle, parque natural, etc., siempre que se mencionen de mayor a menor superficie), coordenadas UTM (cuadrícula de 1 km x 1 km) o coordenadas en otro sistema, altitud (m o m.s.n.m.), hábitat, fecha (p. e. 18-IV-2003), *leg.* seguido del nombre del donante o recolector del espécimen (en redonda con la/s inicial/es del nombre de pila y la inicial del/de los apellido/s en mayúscula y el resto en minúscula), *det.* seguido del nombre del determinador (sólo si es distinto del donante o recolector, con las mismas especificaciones que para el



donante o recolector), ACRÓNIMO DEL HERBARIO O MICOTECA y número de espécimen.

Ejemplo de referencia de material de herbario:

BIZKAIA: Bitaña, Izurza, 30TWN2877, 360 m, plantación de *Chamaecyparis lawsoniana* con musgos de *Rhytidiadelphus squarrosus*, 7-XII-2005, leg. S. Araujo y P. Iglesias, det. P. Iglesias, JPI-05120702.

8. Referencias. Solo deberán estar incluidas en este apartado aquellas referencias explícitamente citadas en el texto. Se citarán siempre todos los autores hasta un máximo de ocho, si se supera esta cifra figurarán los ocho primeros seguido de & *al.* Si no se menciona un autor concreto, los editores no son una persona física, y si figuran colaboradores, asesores, etc., se pondrá VV. AA. como en el ejemplo de referencias VV. AA. (1968). Si no se conoce el autor, se tratará como anónimo, como en los ejemplos de referencias ANÓNIMO (1989) y ANÓNIMO (2005). Si no se conoce el año se pondrá s. d. (*sine data*; sin fecha) dentro del paréntesis del año, como en los ejemplos de referencias de BLACKWELL, M., R. VILGALYS & J.W. TAYLOR (s. d.) o INDEX FUNGORUM (s. d.), y si el año de publicación real se conoce y difiere del año facial (de la cubierta o portada), se indicará la fecha facial entre corchetes después de la fecha real de publicación como en WASSER, S.P. (1977b) ["1976"] de los ejemplos de las referencias. Los boletines oficiales se incluirán en las referencias siguiendo el formato de la referencia del MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA (2009) que hemos insertado en los ejemplos. Las referencias se ordenarán alfabéticamente por autores, con los trabajos de igual autoría ordenados de forma cronológica y en el caso de pertenecer a los mismos autores y años se distinguirán añadiendo letras, en minúscula, a continuación del año como en WASSER, S.P. (1977a) y WASSER, S.P. (1977b) de los ejemplos de las referencias; si el primer autor viene acompañado de otros autores, para un mismo año, se ordenarán por el apellido del segundo autor, si este es también el mismo por el apellido del tercer autor, y así sucesivamente. Si se trata de libros independientes que no forman parte de

una serie, el título irá en cursiva y se indicará el nombre de la editorial y la ciudad de edición, para casos que se presten a confusión, por ser la editorial un nombre de persona, un objeto (Círculo, Árbol, etc.) se podrá añadir delante de la editorial la partícula "Ed.", (Ed. Círculo; Ed. Árbol) como en el ejemplo de referencia de MUÑOZ, J.A. (2005). Si se trata de capítulos de libros, se indicará en cursiva el título del libro antecedido del/de los editor/es en mayúscula y la partícula "In:", como en los ejemplos de referencias de ARNOLDS, E. (1990) o DANIËLS, P.P. (2003). Para los libros se deja como opcional el indicar, al final de la referencia, el número de páginas totales de la publicación, como en los ejemplos de referencias de ARNOLDS, E. (1990), DANIËLS, P.P. (2003), o KNUDSEN, H. & J. VESTERHOLT (2008). Si se trata de revistas, el título del artículo irá en redonda, (incluso los nombres científicos) y será el nombre de la misma la que irá en cursiva y abreviado según los estándares antes señalados o bien con el nombre completo si no se conoce su abreviatura estándar. Los diferentes fascículos de un mismo número se consignarán entre paréntesis después del número de revista sin dejar espacios como en el ejemplo de referencia ANÓNIMO (1989). Las páginas web deberán llevar la URL correspondiente en redonda y subrayada, así como la fecha de consulta entre corchetes al final; el título de la página web o el del documento incluido en ella (libro, artículo en pdf, etc.) deberán ir en cursiva. Para que todas las referencias se hagan de forma uniforme en el boletín, se escribirán de acuerdo con los ejemplos que se incluyen a continuación en cuanto a citación de autores, años, etc.

9. Índice de figuras. A continuación de las referencias y con el título Índice de figuras, se relacionarán todos los pies de foto o ilustraciones, enumerados y ordenados, indicando la leyenda que deseen los autores del artículo y el autor de las mismas (ver ejemplo al final del párrafo), excepto si el artículo está firmado por un solo autor y todas las figuras son del mismo. Es recomendable añadir el número de colección en dichas leyendas para así conocer el aspecto macroscópico de algunas de las colecciones estudiadas. Cuando una figura tenga varios apartados, las distintas partes se di-



ferenciarán con letras en mayúscula seguidas de dos puntos. Por ejemplo:

Índice de figuras

Fig. 1. *Cantharellus romagnesianus*. NS-10110620. Foto: J. Cuesta.

Fig. 2. *Cantharellus gallaecicus*. A: Esporas. B: Hifas de la pileipellis. C: Vista general, basidios y esporas. Fotos: N. Santamaría.

10. Ilustraciones. Las fotografías se enviarán por correo electrónico en alta resolución, al menos a 300 puntos (ppp). En ningún caso las fotografías y dibujos se enviarán insertados en el texto del artículo, sino en archivos separados con formatos de fotografía (jpg, tif, etc., nunca insertados en un archivo de Word) en cuyo nombre de archivo se indique al menos el número de figura para poderlo relacionar con el número de figura de las leyendas del índice de figuras. Las fotografías publicadas en sucesivos boletines serán cedidas a la Consejería de Medio Ambiente en virtud del Convenio de Colaboración entre FAMCAL y la mencionada Consejería. Los autores de las fotografías al enviarlas ceden las mismas a la institución arriba indicada.

DÓNDE ENVIAR LOS TRABAJOS

Los trabajos serán remitidos en soporte informático, directamente por correo electrónico a los siguientes miembros del Comité Científico Asesor: Luis A. Parra (agaricus@telefonica.net) y Juan M. Velasco (juanmvs@telefonica.net), adjuntando el teléfono personal de uno o varios de los autores para poder contactar con los autores en caso de que sea necesario. Los trabajos serán enviados antes del 30 de abril del año de publicación del número del boletín correspondiente. Los trabajos, una vez en posesión del Comité Científico Asesor, serán revisados, para emitir después un informe sobre su contenido. A la vista de estos informes los trabajos podrán ser rechazados, aprobados sin modificaciones o aprobados después de que se hayan efectuado modificaciones en su forma o contenido. Si son aprobados con modificaciones serán reenviados a los autores para que efectúen las modificaciones propuestas por los revisores. Si los autores no aceptan las modificaciones sin explicar o justificar los motivos por los cuales no aceptan los cambios, los trabajos serán rechaza-

dos. En cambio, si los autores justifican los motivos para no aceptar determinados cambios, el Comité Científico Asesor estudiará los motivos alegados e informará a los autores de la decisión final adoptada.

EJEMPLOS DE REFERENCIAS PARA EL BOLETÍN MICOLÓGICO DE FAMCAL

ÁLVAREZ NIETO, A., L. DÍAZ BALTEIRO & J.A.

ORIA DE RUEDA (2001). Valoración de la producción conjunta madera-setas. Aplicación al caso de la Carballada (Zamora). *Actas Congreso Forestal Español* 5: 775-780.

ANÓNIMO (1989). *Agaricus boisseletii* Heinemann. *Bull. Soc. Mycol. France* 105(3): pl. 257.

ANÓNIMO (2005). Relación de variedades comerciales de micelios de champiñón (campana 2005-2006). *El champiñón en Castilla la Mancha* 21: 2-4.

ARNOLDS, E. (1990). Mycologist and Nature conservation: 243-264. In: HAWKSWORTH, D.L. (ed.) *Frontiers in Mycology*. CAB International. Kew. 300 pp.

BASTARDO, J.A., A. GARCÍA BLANCO & M. SANZ CARAZO (2001). *Hongos -setas- en Castilla y León*. Ed. Los Autores. Valladolid.

BLACKWELL, M., R. VILGALYS & J.W. TAYLOR (s. d.). *Tree of live. Fungi*. <http://tolweb.org/tree/Fungi> [consultada el 14 de febrero de 2005].

BON, M. & P. ROUX (2002). Le genre *Gymnopilus* P. Karst. en Europe. *Fungi non delineati* XVII: 1-52.

BREITENBACH, J. & F. KRÄNZLIN (1984). *Champignons de Suisse 1. Les Ascomycètes*. Mykologia. Lucerne.

CALONGE, F.D. (1998). Gasteromycetes, I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulosmatales. *Fl. Mycol. Iber.* 3: 1-271.

DANIËLS, P.P. (2003). Números 2124-2178: 104-165. In: HERNÁNDEZ, J.C. (ed.). *Cuad. Trab. Fl. Micol. Ibér.* 19. *Bases corológicas de Flora Micológica Ibérica*. Números 2070-2178. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 171 pp.

FERNÁNDEZ TOIRÁN, M. (1995). *Estudio de la producción micológica actual en la Comarca de Pinares de Soria y ensayo de técnicas de mejo-*



- ra de la misma. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- FERNÁNDEZ TOIRÁN, M., A. RIGUEIRO & M.L. CASTRO (1996). Effect of forest treatment on mycorrhizal fruit body production in *Pinus sylvestris* stands in Soria (Spain). *Proceedings of the IV European Symposium on Mycorrhizas*: 531-534.
- FERNÁNDEZ TOIRÁN, M. & F. MARTÍNEZ PEÑA (1999). *Los hongos en los montes de Soria*. Junta de Castilla y León. Valladolid.
- GARCÍA-ROLLÁN, M. (2006). *Mycena purpureofusca* en la Sierra de Guadarrama. *Bol. Micol. FAMCAL* 1: 15-16.
- HERNÁNDEZ-CRESPO, J.C. (2006). *SIMIL, Sistema de Información Micológica Ibérica en Línea*. Real Jardín Botánico, C.S.I.C. Proyecto Flora Micológica Iberica I-VI (1990-2008). Ministerio de Educación y Ciencia, España. <http://www.rjb.csic.es/fmi/sim.php> [consultada el 2 de agosto de 2011].
- INDEX FUNGORUM (s. d.). <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp> [consultada el 12 de julio de 2011].
- KIRK, P.M., P.F. CANNON, D.W. MINTER & J.A. STALPERS (2008). *Ainsworth & Bisby's. Dictionary of the Fungi* (10th ed.). CAB International. Wallingford.
- KNUDSEN, H. & J. VESTERHOLT (eds.) (2008). *Funga Nordica. Agaricoid, boletoid and cyphe-lloid genera*. Nordsvamp. Copenhagen. 968 pp.
- MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA (2009). Real Decreto 30/2009, de 16 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias para la comercialización de setas para uso alimentario. *BOE* 20 (23 de enero de 2009): 7861-7871.
- MORCILLO SIERRA, M. (2002). *Nuevas experiencias en el cultivo de hongos silvestres*. Comunicación a las XIII Jornadas Micológicas. E.T.S.II. AA. de Palencia (Universidad de Valladolid).
- MUÑOZ, J.A. (2005). *Fungi Europaei 2. Boletus s.l. (excl. Xerocomus)*. Ed. Candusso. Alassio.
- R.A.E. (2014). *Diccionario de la Lengua Española* (23^a ed.). Espasa. Madrid.
- R.A.E. & A.A.L.E. (2010). *Ortografía de la lengua española*. Espasa, Madrid.
- TALAVERA, S. (1997). Taxonomía vegetal: 1-21. In: IZCO, J. & al. *Botánica*. Mc Graw Hill-Interamericana. Madrid.
- VV. AA. (1968). *Enciclopedia Salvat de las Ciencias 1: Vegetales*. Salvat / Instituto Geográfico de Agostini. Pamplona.
- WASSER, S.P. (1977a). New and rare species of Agaricaceae Cohn. family. *Ukrayins'k. Bot. Zhurn.* 34(3): 305-308.
- WASSER, S.P. (1977b) ["1976"]. Familiae Agaricaceae Cohn species pro mycoflora URSS novae vel rariae necnon una pro scientia nova. *Novosti Sist. Nizsh. Rast.* 3: 217-228.



SUSCRIPCIÓN Y PETICIÓN DE EJEMPLARES DEL BOLETÍN MICOLÓGICO DE FAMCAL

La suscripción o petición de ejemplares al Boletín Micológico de FAMCAL se realiza de la siguiente manera dentro del ámbito nacional:

Solicitando al siguiente e-mail: **secretaria.famcal@hotmail.es**, el formulario de suscripción y petición de ejemplares, devolviéndolo completamente cumplimentado a la misma dirección de correo electrónico, previo pago del total de gastos (boletín + gastos de envío) en la cuenta bancaria de FAMCAL en Caja España 2096-0690-52-3791047300. El nombre del suscriptor tiene que aparecer en la orden de pago.

Precio de los boletines

1 ejemplar 10 euros.

¡IMPORTANTE! si pide un juego completo de todos los números publicados (1-16) los números 1, 2, 3, 4 y 5 serán gratis

Gastos de envío:

Nº ejemplares	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Precio (euros)	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

Así, por ejemplo, si se pide todo el juego completo de boletines del 1 al 15 el importe total (si la transferencia no tiene cargo) sería de 125 euros:

1, 2, 3, 4 y 5: gratis; 5 al 16: 110 euros; gastos de envío 15 euros



Grupo Operativo
MIKOGEST



**Junta de
Castilla y León**



micocyl.es
Castilla y León Micología